

PATENT APPLICATION

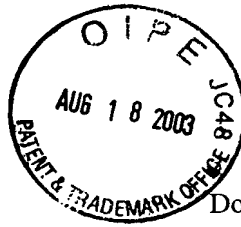
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Masashi KITABAYASHI et al.

Application No.: 10/617,394

Filed: July 11, 2003



Docket No.: 116440

For: METHOD OF MANUFACTURING ILLUMINATION OPTICAL UNIT, APPARATUS
FOR MANUFACTURING ILLUMINATION OPTICAL UNIT, ILLUMINATION
OPTICAL UNIT MANUFACTURED BY THE MANUFACTURING METHOD, AND
PROJECTOR

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2002-205458, filed July 15, 2002.

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

 X is filed herewith.

 was filed on in Parent Application No. filed .

 will be filed at a later date.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

James A. Oliff
Registration No. 27,075

Michael Britton
Registration No. 47,260

JAO:MB/gam

Date: August 18, 2003

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

<p>DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461</p>

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 7月15日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-205458

[ST.10/C]:

[JP2002-205458]

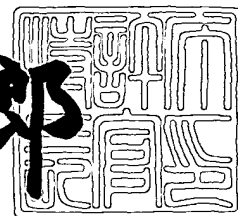
出 願 人
Applicant(s):

セイコーエプソン株式会社

2003年 4月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3027990

【書類名】 特許願

【整理番号】 EPS0575

【提出日】 平成14年 7月15日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03B 21/00
G02B 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 北林 雅志

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 宮嶋 尚行

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 丸山 正樹

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079083

【弁理士】

【氏名又は名称】 木下 實三

【電話番号】 03(3393)7800

【選任した代理人】

【識別番号】 100094075

【弁理士】

【氏名又は名称】 中山 寛二

【電話番号】 03(3393)7800

【選任した代理人】

【識別番号】 100106390

【弁理士】

【氏名又は名称】 石崎 剛

【電話番号】 03(3393)7800

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 021924

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 照明光学ユニットの製造方法、照明光学ユニットの製造装置、この製造方法により製造された照明光学ユニット、および、プロジェクタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源から射出された光束を複数の部分光束に分割する光束分割素子と、各部分光束を集光する集光素子と、各部分光束の偏光方向を揃える偏光変換素子とを備えた照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造方法であって、

前記集光素子および前記偏光変換素子の相対位置を外形基準で調整し、位置決め固定する第 1 位置決め工程と、

前記光束分割素子と、互いに位置決めされた前記集光素子および前記偏光変換素子とを所定の光路上に重ね合わせた上で、これらの素子に光束を導入する光束導入工程と、

前記これらの素子を介した光束の光学像を投影板上に形成する光学像形成工程と、

形成された光学像を撮像素子を用いて検出する光学像検出工程と、

検出された光学像にコンピュータを用いて画像処理を施し、前記光学像による照明領域および設計上の照明領域を対比する照明領域対比工程と、

前記集光素子および前記偏光変換素子に対する前記光束分割素子の相対位置を調整する光束分割素子位置調整工程と、

位置調整中、前記コンピュータにより、前記照明領域対比工程による対比結果に基づいて、前記設計上の照明領域に対する前記光学像の照明領域の最適な状態を判定する最適状態判定工程と、

判定された最適状態における前記光束分割素子の位置で、前記集光素子および前記偏光変換素子に対して前記光束分割素子を位置決め固定する第 2 位置決め工程とを備えていることを特徴とする照明光学ユニットの製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の照明光学ユニットの製造方法において、

前記投影板上には、前記設計上の照明領域となる見切枠が形成され、

前記照明領域対比工程は、

前記画像検出工程で検出された画像を取り込む画像取込手順と、
 取り込まれた光学像を画素単位で取得する輝度値取得手順と、
 前記光学像の照明領域の内外に亘って設定された走査線を選択する走査線選択
 手順と、

選択された走査線上の画素位置に応じた輝度値の変化を表す輝度値変化曲線を
 取得する輝度値変化曲線取得手順と、

取得された輝度値変化曲線から、照明領域外部を表す部分および照明領域内部
 を表す部分の間の輝度値変化部分を直線近似して近似直線を算出する近似直線算
 出手順と、

算出された近似直線に基づいて前記光学像の照明領域の境界点を取得する境界
 点取得手順と、

取得された境界点の画像上の位置と、前記見切枠の画像の画素位置とを対比し
 て、照明マージンを算出する照明マージン算出手順とを備えていることを特徴と
 する照明光学ユニットの製造方法。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の照明光学ユニットの製造方法において、
 前記設計上の照明領域は略矩形状に設定され、
 前記走査線選択手順、輝度値変化曲線取得手順、近似直線算出手順、および、
 境界点取得手順は、前記見切枠画像の互いに対向する辺に沿って複数回実施され

得られた境界点のうち、一方の辺に沿った境界点と、他方の辺に沿った境界点
 間の一对の辺に直交する方向の最小距離を D_s 、前記見切枠画像の一对の画素位
 置間の距離を D_a とすると、

前記照明マージン算出手順は、前記照明マージン M を、下記式 (1)

【数 1】

$$M = (D_s - D_a) / 2 \cdots (1)$$

により算出することを特徴とする照明光学ユニットの製造方法。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の照明光学ユニットの製造方法において、
 前記照明領域対比工程は、さらに、前記見切枠画像の角隅部の画素位置から画
 像中心を算出する見切枠画像中心算出手順と、前記光学像の角隅部を与える境界

点の位置から画像中心を算出する光学像中心位置算出手順と、これらの画像中心のずれ量を算出する画像中心ずれ量算出手順とを備え、

前記最適状態判定工程は、前記照明マージン算出手順で算出された照明マージンMが予め設定された閾値以上であり、かつ、前記画像中心ずれ量算出手順で算出されたずれ量が予め設定された閾値以下である場合に、前記光学像の照明領域が最適状態であると判定することを特徴とする照明光学ユニットの製造方法。

【請求項5】請求項1から請求項4のいずれかに記載の照明光学ユニットの製造方法において、

前記光束分割素子位置調整工程は、

前記光束分割素子を保持する光束分割素子保持手順と、

前記光束導入工程にて導入された光束の光軸をZ軸、このZ軸と直交し、互いに直交する2軸をX軸、Y軸としたときに、前記X軸方向に前記光束分割素子を移動させるX軸位置調整手順と、

前記Y軸方向に前記光束分割素子を移動させるY軸位置調整手順と、

前記Z軸を中心として前記光束分割素子を回転させる面内回転位置調整手順とを備えていることを特徴とする照明光学ユニットの製造方法。

【請求項6】請求項1から請求項5のいずれかに記載の照明光学ユニットの製造方法において、

前記光束分割素子は、前記集光素子および前記偏光変換素子に対して光硬化型接着剤により接着され、

前記光束分割素子位置調整工程は、前記光硬化型接着剤が未硬化な状態で実施され、

前記第2位置決め工程は、前記光硬化型接着剤に光線を照射して、該光硬化型接着剤を硬化させて固定することを特徴とする照明光学ユニットの製造方法。

【請求項7】請求項1から請求項6のいずれかに記載の照明光学ユニットの製造方法により製造されたことを特徴とする照明光学ユニット。

【請求項8】請求項7に記載の照明光学ユニットを備えていることを特徴とするプロジェクタ。

【請求項9】光源から射出された光束を複数の部分光束に分割する光束分割

素子と、各部分光束を集光する集光素子と、各部分光束の偏光方向を揃える偏光変換素子とを備えた照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造装置であって、

外形基準で相対位置が調整され、位置決め固定された前記集光素子および前記偏光変換素子を保持する素子保持体と、

この素子保持体に保持された集光素子および偏光変換素子と前記光束分割素子を重ね合わせるような位置で、該光束分割素子を保持する光束分割素子保持体と

これらの素子に光束を導入する光源と、

これらの素子を介した光束の光学像を投影する投影板と、

前記集光素子および前記偏光変換素子に対して前記光束分割素子の相対位置を調整する位置調整部と、

前記集光素子および前記偏光変換素子に対して前記光束分割素子の位置決め固定を実施する位置決め固定部と、

前記投影板上に形成された光学像を撮像する撮像素子と、

撮像された光学像を取り込む画像取込装置と、

取り込まれた画像の画像処理を実施する画像処理装置とを備え、

この画像処理装置は、

前記光学像による照明領域および設計上の照明領域を対比する照明領域対比手段と、

この照明領域対比手段の対比結果に基づいて、前記設計上の照明領域に対する前記光束分割素子の最適状態を判定する最適状態判定手段とを備えていることを特徴とする照明光学ユニットの製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光源から射出された光束を複数の部分光束に分割する光束分割素子と、各部分光束を集光する集光素子と、各部分光束の偏光方向を揃える偏光変換素子とを備えた照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造方法、照明

光学ユニットの製造装置、この製造方法により製造された照明光学ユニット、および、プロジェクタに関する。

【0002】

【背景技術】

従来より、光源ランプと、この光源ランプから射出された光束を画像情報に応じて変調する電気光学装置と、この電気光学装置で変調された光束を拡大投写する投写光学系とを備えたプロジェクタが利用されている。

このようなプロジェクタでは、光源ランプから射出された光束により、電気光学装置の画像形成領域をムラ無く均一に照明するために、光源ランプおよび電気光学装置の間に複数の光学素子から構成される照明光学系が介在配置されている。

【0003】

この照明光学系は、例えば、光源ランプから射出された光束を複数の部分光束に分割する光束分割素子、分割された複数の部分光束を電気光学装置の画像形成領域上に集光する集光素子、および、光源ランプから射出された光束の偏光方向を略同一方向に揃える偏光変換素子等から構成されている。

【0004】

このような照明光学系を調整する場合、従来は、光源ランプ、光束分割素子、集光素子、偏光変換素子、および、電気光学装置等を収納する光学部品用筐体内に設置する。そして、実際に光源ランプから射出された光束をスクリーン上に投写しながら、光束分割素子、集光素子、および、偏光変換素子の位置調整を実施し、目視にて最も明るくなる部分、最も明るさのムラの無くなる位置を最適位置と判断することで実施していた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

近年では、プロジェクタの小型化に伴って、光源ランプから電気光学装置までの光路長が短くなっており、光源ランプと電気光学装置の間に介在配置される照明光学系による集光効率の向上が要求されている。

しかしながら、従来の照明光学系の調整では、光学部品用筐体に対して光束分

割素子、集光素子、および、偏光変換素子を各々位置調整するため、高精度な位置調整が困難である。

【 0 0 0 6 】

さらに、これらの最適位置をスクリーン上に投写された光学像から目視にて判断しているために、調整する人により調整精度にばらつきが出たり、作業時間の経過により調整精度が低下するおそれがある。

そして、複数の光学素子の位置関係を高精度に調整して照明光学系による集光効率を向上させるために、これらの光学素子をユニット化する方法が望まれている。

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、光束分割素子、集光素子、および、偏光変換素子を一体化した照明光学ユニットを高精度かつ効率的に製造できる照明光学ユニットの製造方法、照明光学ユニットの製造装置、この製造方法により製造された照明光学ユニット、および、プロジェクタを提供することにある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明の照明光学ユニットの製造方法は、光源から射出された光束を複数の部分光束に分割する光束分割素子と、各部分光束を集光する集光素子と、各部分光束の偏光方向を揃える偏光変換素子とを備えた照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造方法であって、前記集光素子および前記偏光変換素子の相対位置を外形基準で調整し、位置決め固定する第 1 位置決め工程と、前記光束分割素子と、互いに位置決めされた前記集光素子および前記偏光変換素子とを所定の光路上に重ね合わせた上で、これらの素子に光束を導入する光束導入工程と、前記これらの素子を介した光束の光学像を投影板上に形成する光学像形成工程と、形成された光学像を撮像素子を用いて検出する光学像検出工程と、検出された光学像にコンピュータを用いて画像処理を施し、前記光学像による照明領域および設計上の照明領域を対比する照明領域対比工程と、前記集光素子および前記偏光変換素子に対する前記光束分割素子の相対位置を調整する光束分割素子位置調整工程と、位置調整中、前記コンピュータにより、前記照明領域対比工程による対

比結果に基づいて、前記設計上の照明領域に対する前記光学像の照明領域の最適な状態を判定する最適状態判定工程と、判定された最適状態における前記光束分割素子の位置で、前記集光素子および前記偏光変換素子に対して前記光束分割素子を位置決め固定する第2位置決め工程とを備えていることを特徴とするものである。

【0009】

ここで、光束分割素子としては、例えば、前記電気光学装置の画像形成領域に応じたレンズを照明光軸に直行する面内でマトリクス状に配列したレンズアレイを採用できる。さらに、このレンズアレイの他、入射した光束を内面反射を利用して複数の部分光束に分割するロッド等も採用できる。すなわち、光源から射出された光束を複数の部分光束に分割できる光学素子であれば、種々のものを採用できる。

【0010】

このような本発明によれば、照明領域対比工程において、検出された光学像にコンピュータを用いて画像処理を施し、例えば、光学像による照明領域の外縁の位置、外縁の所定位置における距離、または、外縁内の面積等と、設計上の照明領域における外縁の位置、外縁の所定位置における距離、または、外縁内の面積等とを対比する。そして、例えば、設計上の照明領域に対して光学像による照明領域が同等、大きい、あるいは、小さい等の評価を対比結果として算出できる。また、設計上の照明領域に対しての相対値を算出してもよい。また、これと同時に、光束分割素子位置調整工程において、集光素子および偏光変換素子に対する光束分割素子の相対位置を調整する。そして、最適状態判定工程において、この位置調整中に、コンピュータにより、照明領域対比工程による上記のような対比結果に基づいて設計上の照明領域に対する光学像の照明領域の最適な状態を判定できる。

したがって、従来の目視による曖昧な調整精度を改善し、各光学素子の光学的相対位置を高精度に調整できるとともに、効率的に調整することができ、集光効率の向上した照明光学ユニットを製造できる。

【0011】

また、光束分割素子位置調整工程では、第 1 位置決め工程にて位置決め固定された集光素子および偏光変換素子に対して光束分割素子のみの位置調整を実施する。そして、第 2 位置決め固定工程では、この光束分割素子の位置調整の後に、位置決め固定する。

したがって、位置調整を簡単な工程で実施することができ、照明光学ユニットの製造効率を向上できる。

【 0 0 1 2 】

本発明の照明光学ユニットの製造方法では、前記投影板上には、前記設計上の照明領域となる見切枠が形成され、前記照明領域対比工程は、前記画像検出工程で検出された画像を取り込む画像取込手順と、取り込まれた光学像を画素単位で取得する輝度値取得手順と、前記光学像の照明領域の内外に亘って設定された走査線を選択する走査線選択手順と、選択された走査線上の画素位置に応じた輝度値の変化を表す輝度値変化曲線を取得する輝度値変化曲線取得手順と、取得された輝度値変化曲線から、照明領域外部を表す部分および照明領域内部を表す部分の間の輝度値変化部分を直線近似して近似直線を算出する近似直線算出手順と、算出された近似直線に基づいて前記光学像の照明領域の境界点を取得する境界点取得手順と、取得された境界点の画像上の位置と、前記見切枠の画像の画素位置とを対比して、照明マージンを算出する照明マージン算出手順とを備えていることが好ましい。

【 0 0 1 3 】

このような方法では、投影板に設計上の照明領域となる見切枠が形成されている場合に、照明領域対比工程では、この見切枠の画像と光学像の照明領域とを対比できる。

例えば、この照明領域対比工程では、以下のような手順で見切枠の画像と光学像の照明領域とを対比する。

(A) 先ず、画像取込手順により、画像検出工程にて検出された光学像をビデオキャプチャーボード等の画像取込手段で取り込み、輝度値取得手順により、この取り込んだ光学像の輝度値を、例えば、0～255の256階調に分けて取得する。

【 0 0 1 4 】

(B) 次に、走査線選択手順により、例えば、光学像の照明領域内外にわたって横方向に延びる走査線を 1 つ選択する。そして、輝度値変化曲線取得手順により、この選択した一走査線において、X 軸（横軸）を各画素位置とし、Y 軸（縦軸）をこれらの対応する輝度値として、X Y 座標にプロットした輝度値変化曲線を取得できる。

【 0 0 1 5 】

この取得した輝度値変化曲線は、光学像の照明領域の境界部分において、光学像の外側から中央部分に向って、一般に、略クランク状または S 字状として取得される。すなわち、輝度値変化曲線は、輝度値が略 0 である照明領域外部を表す部分と、輝度値が略 2 5 5 である照明領域内部を表す部分と、その間の輝度値変化部分とで構成されている。

なお、光学像の照明領域の中央部分から光学像の外側に向う場合には、前述とは逆のクランク状または逆 S 字状の輝度値変化曲線を取得する。また、縦方向の走査線も、縦と横とを換えて同様に取得する。

【 0 0 1 6 】

(C) 次に、近似直線算出算出手順において、例えば、輝度値変化部分の全体を最小二乗法等の手段により直線近似して、近似直線を算出できる。また、輝度値変化部分全体を用いずに、輝度値変化部分の一部のみを取り出して、この一部の両端に基づいて直線近似して近似直線を算出することもできる。

【 0 0 1 7 】

(D) そして、境界点取得手順により、例えば、この輝度値変化部分と輝度値 2 5 5 階調を示す線（輝度値 2 5 5 階調線）との交点を取得して、この交点を、照明領域の境界を示す点、すなわち、照明用に十分な輝度値を有する限界の位置を示す境界点とする。

なお、輝度値変化部分と輝度値 2 5 5 階調線との交点以外に、輝度値変化部分と輝度値 2 5 5 階調線との交点の X 座標から所定画素シフトした X 座標を境界点の画素位置としてもよいし、また、輝度値変化部分と、照明領域内部を示す部分を直線近似した線との交点を境界点としてもよい。

【 0 0 1 8 】

(E) 最後に、照明マージン算出手順により、例えば、走査線上的見切枠画像の画素位置または画素位置間の距離に対する、走査線上的境界点の位置または境界点間の距離の相対値を取得し、この相対値を照明マージンとして算出する。

なお、上記 (B) ～ (D) の操作を、照明領域の内外にわたる全ての縦横方向の走査線で実施して全ての走査線での境界点を取得し、これら取得した境界点に基づいて照明マージン算出手順にて照明マージンを算出してもよい。この場合には、見切枠画像の所定の画素位置、所定の画素位置間の距離、および、見切枠画像の面積等に対する、境界点の集合により形成される照明領域の外縁の所定位置、外縁の所定位置間の距離、および、外縁内の面積等の相対値を取得し、この相対値を照明マージンとして算出できる。

【 0 0 1 9 】

ここで、光束導入工程にて、ハロゲンランプ等の光源ランプから光束を導入した場合には、基本的には一定輝度値の光束を放射しているが、製造時の外部環境等の影響によって、瞬間的に輝度値が小さくなる等の変化を起こす場合がある。

しかしながら、本発明によれば、輝度値変化曲線の輝度値変化部分の傾きが光源ランプの変化等に影響されず、この影響を受けない輝度値変化部分を直線近似して境界点を特定したので、正確な領域情報を算出できる。

【 0 0 2 0 】

本発明の照明光学ユニットの製造方法では、前記設計上の照明領域は略矩形状に設定され、前記走査線選択手順、輝度値変化曲線取得手順、近似直線算出手順、および、境界点取得手順は、前記見切枠画像の互いに対向する辺に沿って複数回実施され、得られた境界点のうち、一方の辺に沿った境界点と、他方の辺に沿った境界点間の一对の辺に直交する方向の最小距離を D_s 、前記見切画像の一对の画素位置間の距離を D_a とすると、前記照明マージン算出手順は、前記照明マージン M を、下記式 (2)

【 0 0 2 1 】

【数 2】

$$M = (D_s - D_a) / 2 \cdots (2)$$

【 0 0 2 2 】

により算出することが好ましい。

このような方法では、照明マージン算出手順は、設計上の照明領域が略矩形状に設定されている場合に、見切枠画像の互いに対向する辺に沿って取得した複数の境界点に基づいて、最適な照明マージンを算出できる。

ここで、例えば、上記（D）の手順において取得した境界点が他の走査線に基づいて取得される境界点に対して特異的な点である場合に、上記（E）の手順にて照明マージンを算出すると、照明領域全体における正確な照明マージンを算出できないおそれがある。

ここでは、例えば、上記（B）～（D）の操作を、見切枠画像の互いに対向する全ての縦横方向の走査線で実施して全ての走査線での境界点を取得する。そして、照明マージン算出手順では、取得された複数の境界点のうち、見切枠画像の互いに対向する一方の辺に沿った境界点と、他方の辺に沿った境界点間の一对の辺に直交する方向の最小距離 D_s 、および、見切画像の一对の画素位置間の距離 D_a に基づいて、式（2）により照明マージン M を算出する。

【 0 0 2 3 】

したがって、例えば、取得された複数の境界点のうち、設計上の照明領域となる見切枠画像の内側に位置するような特異的な境界点があった場合であっても、見切枠画像に対する光学像の照明領域全体の照明マージンを確実に算出できる。

【 0 0 2 4 】

本発明の照明光学ユニットの製造方法では、前記照明領域対比工程は、さらに、前記見切枠画像の角隅部の画素位置から画像中心を算出する見切枠画像中心算出手順と、前記光学像の角隅部を与える境界点の位置から画像中心を算出する光学像中心位置算出手順と、これらの画像中心のずれ量を算出する画像中心ずれ量算出手順とを備え、前記最適状態判定工程は、前記照明マージン算出手順で算出された照明マージン M が予め設定された閾値以上であり、かつ、前記画像中心ずれ量算出手順で算出されたずれ量が予め設定された閾値以下である場合に、前記光学像の照明領域が最適状態であると判定することが好ましい。

【 0 0 2 5 】

ここで、例えば、照明領域対比工程にて取得した複数の境界点に誤差が生じている場合には、照明マージン算出手順では、不適切な照明マージンを算出するおそれがある。また、例えば、設計上の照明領域の中心軸と光学像の照明領域の中心軸とがずれている場合には、照明光軸のずれた照明光学ユニットを製造してしまうおそれがある。

【 0 0 2 6 】

本発明では、照明領域対比工程は、見切枠画像中心算出手順、光学像中心位置算出手順、および、画像中心ずれ量算出手順を備えていることにより、設計上の照明領域の中心軸と光学像の照明領域の中心軸とのずれ量を算出できる。

また、最適状態判定工程では、照明マージンMが予め設定された閾値以上であり、かつ、画像中心ずれ量算出手順で算出されたずれ量が予め設定された閾値以下である場合に、光学像の照明領域が最適状態であると判定する。このことにより、照明領域対比工程にて取得した複数の境界点に誤差が生じている場合であっても、設計上の照明領域に対して有効な照明マージンを確保した照明光学ユニットを製造でき、さらに、照明光軸のずれのない照明光学ユニットを製造できる。

【 0 0 2 7 】

なお、最適状態判定工程において、照明マージンMを判定する際、予め設定された閾値を下限值として、さらに、上限値を有するような範囲内に照明マージンMが位置しているか否かを判定するようにしてもよい。このようにすれば、所定の照明マージンを有する照明領域を確保するとともに、最適な照明領域の範囲内に光学像の照明領域を確保した照明光学ユニットを製造できる。

【 0 0 2 8 】

本発明の照明光学ユニットの製造方法では、前記光束分割素子位置調整工程は、前記光束分割素子を保持する光束分割素子保持手順と、前記光束導入工程にて導入された光束の光軸をZ軸、このZ軸と直交し、互いに直交する2軸をX軸、Y軸としたときに、前記X軸方向に前記光束分割素子を移動させるX軸位置調整手順と、前記Y軸方向に前記光束分割素子を移動させるY軸位置調整手順と、前記Z軸を中心として前記光束分割素子を回転させる面内回転位置調整手順とを備えていることが好ましい。

このような方法では、光束分割素子位置調整工程は、光束分割素子保持手順、X軸位置調整手順、Y軸位置調整手順、および、面内回転位置調整手順とを備えていることにより、光束分割素子の位置調整を高精度に実施でき、照明光学ユニットを高精度かつ効率的に製造できる。

【 0 0 2 9 】

本発明の照明光学ユニットの製造方法では、前記光束分割素子は、前記集光素子および前記偏光変換素子に対して光硬化型接着剤により接着され、前記光束分割素子位置調整工程は、前記光硬化型接着剤が未硬化な状態で実施され、前記第2位置決め工程は、前記光硬化型接着剤に光線を照射して、該光硬化型接着剤を硬化させて固定することが好ましい。

このような方法では、第2位置決め工程では、光束分割素子を集光素子および偏光変換素子に対して接着する光硬化型接着剤に光線を照射して、光硬化型接着剤を硬化させて光束分割素子を固定する。このことにより、照明光学ユニットの製造を容易に行え、照明光学ユニットの製造効率の向上を図れる。

【 0 0 3 0 】

また、本発明は、前記の各請求項に係る照明光学ユニットの製造方法を実施するための照明光学ユニットの製造装置としても成立するものである。すなわち、本発明の照明光学ユニットの製造装置は、光源から射出された光束を複数の部分光束に分割する光束分割素子と、各部分光束を集光する集光素子と、各部分光束の偏光方向を揃える偏光変換素子とを備えた照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造装置であって、外形基準で相対位置が調整され、位置決め固定された前記集光素子および前記偏光変換素子を保持する素子保持体と、この素子保持体に保持された集光素子および偏光変換素子と前記光束分割素子を重ね合わせるような位置で、該光束分割素子を保持する光束分割素子保持体と、これらの素子に光束を導入する光源と、これらの素子を介した光束の光学像を投影する投影板と、前記集光素子および前記偏光変換素子に対して前記光束分割素子の相対位置を調整する位置調整部と、前記集光素子および前記偏光変換素子に対して前記光束分割素子の位置決め固定を実施する位置決め固定部と、前記投影板上に形成された光学像を撮像する撮像素子と、撮像された光学像を取り込む画像取込装

置と、取り込まれた画像の画像処理を実施する画像処理装置とを備え、この画像処理装置は、前記光学像による照明領域および設計上の照明領域を対比する照明領域対比手段と、この照明領域対比手段の対比結果に基づいて、前記設計上の照明領域に対する前記光束分割素子の最適状態を判定する最適状態判定手段とを備えていることを特徴とするものである。

【 0 0 3 1 】

ここで、撮像素子としては、例えば、CCD (Charged Coupled Device)、MOS (Metal Oxide Semiconductor) センサ等の撮像素子を採用できる。

また、画像取込装置としては、上記の撮像素子から出力される電気信号を取得して画像処理装置にて読み取り可能な画像信号に変換して出力するビデオキャプチャボード等を採用できる。

また、画像処理装置を構成する各手段としては、例えば、コンピュータの動作制御を行うOS (Operating System) 上に展開されるプログラムとして構成できる。

このような本発明の照明光学ユニットの製造装置では、上述した照明光学ユニットの製造方法と同様の工程により照明光学ユニットを製造することができ、前記と同様の作用および効果を享受できる。

【 0 0 3 2 】

そして、前述の照明光学ユニットの製造方法により製造された照明光学ユニットによれば、集光効率の向上した照明光学ユニットとすることができ、これをプロジェクタに適用することにより、小型化および高輝度化に対応できるとともに、製造効率の向上を図ることができる。

【 0 0 3 3 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

< 1 > 照明光学ユニットを利用したプロジェクタの構造

図1は、本発明の実施形態に係る照明光学ユニットを備えたプロジェクタの光学系の構造を表す模式図である。

図1において、100は、プロジェクタであり、このプロジェクタ100は、

インテグレータ照明光学系 1 1 0、色分離光学系 1 2 0、リレー光学系 1 3 0、電気光学装置 1 4 0、クロスダイクロイックプリズム 1 5 0、および、投写光学系 1 6 0 を備えている。

【 0 0 3 4 】

インテグレータ照明光学系 1 1 0 は、光源装置 1 1 1、照明光学ユニット 1 1 2、および、重畳レンズ 1 1 3 を備えて構成されている。

光源装置 1 1 1 は、光源ランプ 1 1 1 A およびリフレクタ 1 1 1 B から構成されている。

照明光学ユニット 1 1 2 は、光源装置 1 1 1 から射出された光束を複数の部分光束に分割して、後述する電気光学装置 1 4 0 の液晶パネル 1 4 1 の画像形成領域に集光する。この照明光学ユニット 1 1 2 は、光束分割素子としての第 1 レンズアレイ 1 1 2 A、集光素子としての第 2 レンズアレイ 1 1 2 B、偏光変換素子としての P B S アレイ 1 1 2 C を備えて構成されている。

【 0 0 3 5 】

第 1 レンズアレイ 1 1 2 A は、光源ランプ 1 1 1 A から射出された光束を複数の部分光束に分割する。この第 1 レンズアレイ 1 1 2 A は、図 1 に示すように、照明光軸 A と直交する面内にマトリクス上に配列される複数のレンズを備えて構成され、各レンズの縦横比は、後述する液晶パネル 1 4 1 の画像形成領域の縦横比と対応している。

【 0 0 3 6 】

第 2 レンズアレイ 1 1 2 B は、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A により分割された部分光束を集光する。この第 2 レンズアレイ 1 1 2 B は、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A と同様に、照明光軸 A に直交する面内にマトリクス状に配列される複数のレンズを備えている。各レンズの配列は、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A を構成するレンズと対応しているが、その大きさは、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A のように液晶パネル 1 4 1 の画像形成領域の縦横比と対応する必要はない。

【 0 0 3 7 】

P B S アレイ 1 1 2 C は、光源ランプ 1 1 1 A から射出された光束の偏光方向を略一方向に揃える。この P B S アレイ 1 1 2 C は、図 2 に示すように、偏光分

離膜 1 1 2 C 1、反射膜 1 1 2 C 2、位相差板 1 1 2 C 3、および、遮光板 1 1 2 C 4 を備えている。

偏光分離膜 1 1 2 C 1 は、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A および第 2 レンズアレイ 1 1 2 B を介した各部分光束に含まれる偏光光束のうち、P 偏光光束または S 偏光光束の一方の偏光光束を透過し、他方の偏光光束を反射することで、両偏光光束を分離する。

【 0 0 3 8 】

反射膜 1 1 2 C 2 は、この偏光分離膜 1 1 2 C 1 で反射された偏光光束を 9 0 ° 折り曲げて、偏光分離膜 1 1 2 C 1 を透過した偏光光束の射出方向に、この折り曲げた偏光光束の射出方向を揃える。

位相差板 1 1 2 C 3 は、偏光分離膜 1 1 2 C 1 を透過した偏光光束の射出位置に応じて配置され、該偏光光束の偏光方向を変換する。例えば、透過した偏光光束が P 偏光光束であれば、この位相差板 1 1 2 C 3 は、S 偏光光束に変換する。

遮光板 1 1 2 C 4 は、PBS アレイ 1 1 2 C に入射する不要な光束を遮断し、適切な偏光変換を実現するために設けられている。

【 0 0 3 9 】

このような照明光学ユニット 1 1 2 は、図 3 に示すように、枠体としての保持枠 1 1 2 D によって一体化される。

この保持枠 1 1 2 D は、略箱状に形成され、照明光軸に沿った方向の側面（図 3 中、左右方向の側面）には、断面略クランク状に形成された係合部 1 1 2 D 1 が形成されている。この係合部 1 1 2 D 1 は、上述する照明光学ユニット設置部 2 0 の素子保持体としての保持枠保持部 2 1 と係合する。

また、この保持枠 1 1 2 D の光入射側および光射出側の端面は、光源ランプ 1 1 1 A から射出される光束が透過するように開口が形成されている。

さらに、この保持枠 1 1 2 D の光入射側および光射出側に交差する一方の端面（図 3 中、紙面と略直交する端面のうち、手前側の端面）も開口され、照明光学ユニット 1 1 2 内に空気が滞留しないようになっている。

【 0 0 4 0 】

さらにまた、この保持枠 1 1 2 D の光入射側および光射出側に交差する他方の

端面には、具体的な図示は省略するが、光学部品を収納する光学部品用筐体への固定用のねじを挿入するための孔が形成されている。

そして、この保持枠 1 1 2 D の光入射側の端面には、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A が固定され、光射出側の端面には、第 2 レンズアレイ 1 1 2 B および P B S アレイ 1 1 2 C が固定される。この際、光射出側の端面は、第 2 レンズアレイ 1 1 2 B および P B S アレイ 1 1 2 C の外形形状と略同様な形状となっている。このため、これら光学素子を光束射出側の端面に外形形状を合わせて固定することで、これら光学素子の設計上の位置にあわせることが可能となっている。

また、これらの光学素子の保持枠 1 1 2 D に対する固定は、紫外線硬化型接着剤により行われる。

重畳レンズ 1 1 3 は、図 2 に示すように、照明光学ユニット 1 1 2 を経た複数の部分光束を集光して、後述する液晶パネル 1 4 1 の画像形成領域上に重畳させる。

【 0 0 4 1 】

色分離光学系 1 2 0 は、インテグレート照明光学系 1 1 0 から射出された複数の部分光束を、赤、緑、青の 3 色の色光に分離する。この色分離光学系 1 2 0 は、2 枚のダイクロイックミラー 1 2 1、1 2 2 と、反射ミラー 1 2 3 とを備えている。具体的には、ダイクロイックミラー 1 2 1 にて赤色光 R とその他の色光 G、B とが分離され、ダイクロイックミラー 1 2 2 にて緑色光 G および青色光 B が分離される。

【 0 0 4 2 】

リレー光学系 1 3 0 は、色分離光学系 1 2 0 で分離された色光、すなわち、本実施形態では青色光 B を後述する液晶パネル 1 4 1 B まで導く。このリレー光学系 1 3 0 は、入射側レンズ 1 3 1、リレーレンズ 1 3 2、および、反射ミラー 1 3 3、1 3 4 を備えている。

【 0 0 4 3 】

電気光学装置 1 4 0 は、3 枚の液晶パネル 1 4 1 (1 4 1 R、1 4 1 G、1 4 1 B) を備え、色分離光学系 1 2 0 で分離された各色光 R、G、B を液晶パネル 1 4 1 R、1 4 1 G、1 4 1 B によって、画像情報に応じて変調して光学像を形

成する。この液晶パネル 1 4 1 は、例えば、ポリシリコン T F T をスイッチング素子として用いている。

なお、この液晶パネル 1 4 1 の光路前段には、フィールドレンズ 1 4 2 が配置され、このフィールドレンズ 1 4 2 は、インテグレート照明光学系 1 1 0 から射出された光束を照明光軸 A に対して平行に入射させる。

【 0 0 4 4 】

クロスダイクロイックプリズム 1 5 0 は、3 枚の液晶パネル 1 4 1 から射出された色光毎に変調された画像を合成してカラー画像を形成する。このクロスダイクロイックプリズム 1 5 0 には、赤色光を反射する誘電体多層膜と青色光を反射する誘電体多層膜とが、4 つの直角プリズムの界面に沿って略 X 字状に形成され、これらの誘電体多層膜によって 3 つの色光が合成される。

投写光学系 1 6 0 は、複数の組レンズからなるレンズユニットから構成され、クロスダイクロイックプリズム 1 5 0 で合成されたカラー画像を拡大投写する。

【 0 0 4 5 】

上述したインテグレート照明光学系 1 1 0、色分離光学系 1 2 0、リレー光学系 1 3 0、電気光学装置 1 4 0、クロスダイクロイックプリズム 1 5 0、および、投写光学系 1 6 0 を備えた光学エンジンは、具体的な図示は省略するが、光学部品を収納する光学部品用筐体に収納され、一体化される。

ここで、色分離光学系 1 2 0、および、リレー光学系 1 3 0 を構成するレンズ、ミラー等の光学部品は、光学部品用筐体に対して直接固定されるが、インテグレート照明光学系 1 1 0 については、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A、第 2 レンズアレイ 1 1 2 B、および、P B S アレイ 1 1 2 C は、保持枠 1 1 2 D により照明光学ユニット 1 1 2 として一体化されているため、照明光学ユニット 1 1 2 の保持枠 1 1 2 D ごと光学部品用筐体に装着される。

【 0 0 4 6 】

〈 2 〉 照明光学ユニットの製造装置の構造

図 4 は、照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造装置を示す正面図である。図 5 は、照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造装置を示す側面図である。

図 4 または図 5 において、1 は、照明光学ユニットの製造装置であり、この照明光学ユニットの製造装置 1 は、製造装置本体 1 0、照明光学ユニット設置部 2 0、位置調整部 3 0、および、光源としての照明装置 4 0 を備えて構成されている。

【 0 0 4 7 】

製造装置本体 1 0 は、検出装置を収納する基部 1 1 と、この基部 1 1 の上端部から垂直方向に延び、照明光学ユニット設置部 2 0、位置調整部 3 0、および、照明装置 4 0 を支持する支持部 1 2 とを備えている。

基部 1 1 の天面には、照明装置 4 0 の照明光軸直下に位置する部分に、支持部 1 2 に沿って垂直方向に延びる略箱状の遮光部 1 3 が形成されている。

この遮光部 1 3 は、照明装置 4 0 から射出される光束を透過させるために、その天面および底面に、開口部が形成されている。そして、この天面における開口部には、照明光学ユニット設置部 2 0 に設置された照明光学ユニット 1 1 2 を介した光束に基づく光学像を形成する投影板 1 4 が配置されている。

【 0 0 4 8 】

図 6 は、投影板の構造を示す正面図である。

投影板 1 4 は、すりガラスから構成され、図 6 に示すように、このすりガラス上には、設計上の照明領域（液晶パネル 1 4 1 の画像形成領域と略同寸法）の大きさに設定された見切枠 1 4 A が形成されている。

また、具体的な図示は省略するが、この投影板 1 4 上には、プロジェクタ 1 0 0 の液晶パネル 1 4 1 の光路前段に設けられるフィールドレンズ 1 4 2 と同様のフィールドレンズが設けられている。このような構成により、プロジェクタ 1 0 0 に組み込んだ際に最適な照明光学ユニット 1 1 2 を製造することができる。

【 0 0 4 9 】

また、基部 1 1 の内部には、図 4 または図 5 に示すように、撮像素子としての CCD カメラ 5 0、PC 6 0 (Personal Computer)、位置決め固定部としての紫外線照射装置 7 0（図 4）が収納されている。

CCD カメラ 5 0 は、電荷結合素子 (Charge Coupled Device) を撮像素子とするエリアセンサであり、照明装置 4 0 の照明光軸上、投影板 1 4 の直下に配置

される。そして、このCCDカメラ50は、投影板14上に形成された光学像を撮像して電気信号に変換する。また、この電気信号は、PC60に出力される。

また、具体的な図示は省略するが、このCCDカメラ50は、投影板14に対して設置位置を移動可能に基部11の内部に収納されている。

【0050】

PC60は、一般的なPCであり、ディスプレイ61とPC本体62とを備え、CCDカメラ50と図示しない所定の接続ケーブルで電氣的に接続されている。

ディスプレイ61は、一般的な液晶型ディスプレイであり、PC本体62の制御の下、後述するようにPC本体62で各種処理された結果を表示する。このディスプレイ61は、基部11の天面後方側（図5中右側）に位置し、垂直方向に延びるディスプレイ載置台11Aに載置される。

【0051】

図7は、PC本体における制御構造を模式的に示すブロック図である。

PC本体62は、CCDカメラ50にて撮像された光学像を取得し、この光学像の画像処理を施して、各種処理情報をディスプレイ61に表示させる。このPC本体62は、図7に示すように、画像取込装置63、および、画像処理装置64を備えている。

画像取込装置63は、CCDカメラ50にて撮像された光学像に関する電気信号を取り込み、コンピュータにて読取可能な画像信号に変換して画像処理装置64に出力する。この画像取込装置63は、例えば、ビデオキャプチャボード等で構成される。

【0052】

画像処理装置64は、画像取込装置63から出力される画像信号を入力して照明光学ユニット112を介した光束の光学像に基づいて画像処理を施し、この処理結果をディスプレイ61に表示させる。この画像処理装置64は、照明領域対比手段65、最適状態判定手段66、および、表示制御手段67を備えている。

図8は、画像処理装置64にて認識される光学像を模式的に示す図である。

この光学像200には、照明光学ユニット112を介した光束に基づく光学像

の他、投影板 1 4 に形成された見切枠 1 4 A に基づく光学像 2 0 1（見切枠画像）も含んでいる。この光学像 2 0 0 は、その中心軸に対応する部分の輝度が最も大きく、中心から離れるにしたがって輝度が小さくなる。すなわち、取り込まれた光学像 2 0 0 は、外側に向って段々暗くなっている。

【 0 0 5 3 】

照明領域対比手段 6 5 は、照明光学ユニット 1 1 2 を介した光束の光学像 2 0 0 の照明領域、および、この光学像 2 0 0 に含まれる見切枠画像 2 0 1 とを対比する。この照明領域対比手段 6 5 は、輝度値取得部 6 5 A、走査線選択部 6 5 B、輝度値変化曲線取得部 6 5 C、近似直線算出部 6 5 D、境界点取得部 6 5 E、照明マージン算出部 6 5 F、および、画像中心ずれ量算出部 6 5 G を備えている。

【 0 0 5 4 】

輝度値取得部 6 5 A は、画像取込装置 6 3 から出力される画像信号を取得し、光学像 2 0 0 の輝度値を画素単位で取得する。

図 9 は、取り込まれた光学像において走査線を選択して輝度値変化曲線を取得する様子を示す図である。

走査線選択部 6 5 B は、図 9（A）に示すように、光学像 2 0 0 の照明領域 L A 内外にわたって設定される走査線 S L を選択する。

【 0 0 5 5 】

輝度値変化曲線取得部 6 5 C は、図 9（B）に示すように、走査線選択部 6 5 B にて選択された走査線 S L 上の画素位置に応じた輝度値の変化を表す輝度値変化曲線 3 0 0 を取得する。

近似直線算出部 6 5 D は、輝度値変化曲線取得部 6 5 C にて取得された輝度値変化曲線 3 0 0 から輝度値変化部分 3 0 3 の近似直線を算出する。

【 0 0 5 6 】

境界点取得部 6 5 E は、近似直線算出部 6 5 D にて算出された近似直線に基づいて光学像 2 0 0 の照明領域 L A の境界点を取得する。

照明マージン算出部 6 5 F は、見切枠画像 2 0 1 の画素位置、および、境界点取得部 6 5 E にて取得された境界点に基づいて、見切枠画像 2 0 1 に対する光学

像 2 0 0 の照明領域 L A の照明マージンを算出する。そして、この照明マージンに関するマージン情報を出力する。

【 0 0 5 7 】

画像中心ずれ量算出部 6 5 G は、見切枠画像 2 0 1 の中心位置、および、光学像 2 0 0 の照明領域の中心位置を算出し、これら中心位置のずれ量を算出する。そして、この中心位置のずれ量に関する中心位置ずれ情報を出力する。

最適状態判定手段 6 6 は、照明領域対比手段 6 5 にて算出された照明マージン、および、中心位置のずれ量に基づいて、光学像 2 0 0 の照明領域 L A の最適な状態（第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の最適位置）を判定する。そして、判定結果に関する判定情報を出力する。

表示制御手段 6 7 は、照明マージン算出部 6 5 F から出力されるマージン情報、画像中心ずれ量算出部 6 5 G から出力される中心位置ずれ情報、および、最適状態判定手段 6 6 から出力される判定情報を取得し、これらの情報をディスプレイ 6 1 に表示させる。

【 0 0 5 8 】

図 4 に戻って、紫外線照射装置 7 0 は、照明光学ユニット 1 1 2 の保持枠 1 1 2 D の光入射側端面と第 1 レンズアレイ 1 1 2 A との間に介在する紫外線硬化型接着剤に紫外線を照射して硬化させ、保持枠 1 1 2 D および第 1 レンズアレイ 1 1 2 A を固定する。この紫外線照射装置 7 0 は、具体的な図示は省略するが、光ファイバ等の導光手段にて接続され、位置調整部 3 0 に設置された光線照射部（図示省略）を備えている。

【 0 0 5 9 】

図 4 または図 5 に戻って、支持部 1 2 は、照明光学ユニット設置部 2 0、位置調整部 3 0、および、照明装置 4 0 を支持する。また、この支持部 1 2 は、垂直方向に該支持部 1 2 に沿って延び、後述する照明光学ユニット設置部 2 0 の素子保持体としての保持枠保持部 2 1 を上下に摺動可能にするレール 1 2 A を備えている。

【 0 0 6 0 】

照明光学ユニット設置部 2 0 は、製造対象となる照明光学ユニット 1 1 2 を設

置する部分である。この照明光学ユニット設置部 2 0 は、保持枠保持部 2 1、および、紫外線遮蔽カバー 2 2 を備えている。

図 1 0 は、保持枠保持部を前方側から見た図である。

保持枠保持部 2 1 は、支持部 1 2 のレール 1 2 A に上下に摺動可能に固定され、保持枠 1 1 2 D を保持する。

また、この保持枠保持部 2 1 は、基部 1 1 の内部に設けられた空圧部 1 1 B (図 4) とエアチューブにて接続され、空圧部 1 1 B にて所定の圧力に設定された空気を導入することにより、レール 1 2 A に対して上下に摺動する。

そしてまた、照明光学ユニットの製造装置 1 の基部 1 1 の天面には、保持枠保持部上下摺動スイッチ S W 1 (図 4、図 5) が設けられ、この保持枠保持部上下摺動スイッチ S W 1 により、空圧部 1 1 B から保持枠保持部 2 1 への空気の導入が切り替えられる。

【 0 0 6 1 】

この保持枠保持部 2 1 は、支持部 1 2 のレール 1 2 A に上下に摺動可能に固定される摺動部 2 1 A と、摺動部 2 1 A の端面から該端面に直交し、かつ、上下に延びるように形成された延出部 2 1 B と、この延出部 2 1 B の端面から左右に延びるように形成された把持部 2 1 C と、摺動部 2 1 A の端面から該端面に直交し、かつ、左右に延びるように形成された重畳レンズ設置部 2 1 D とを備えている。

【 0 0 6 2 】

このうち、把持部 2 1 C において、先端部分には保持枠 1 1 2 D の係合部 1 1 2 D 1 と係合するために、断面略 L 字状に形成された把持面 2 1 C 1 が形成されている。

【 0 0 6 3 】

重畳レンズ設置部 2 1 D は、保持枠保持部 2 1 の下方に位置し、プロジェクタ 1 0 0 の重畳レンズ 1 1 3 と同様の重畳レンズ 5 0 0 を設置する。そして、照明光学ユニット 1 1 2 が把持部 2 1 C に把持された際には、照明光学ユニット 1 1 2 とこの重畳レンズ設置部 2 1 D に設置された重畳レンズ 5 0 0 との相対位置は、プロジェクタ 1 0 0 における照明光学ユニット 1 1 2 と重畳レンズ 1 1 3 の設

計上の位置と略同一となる。このような構成により、プロジェクタ 1 0 0 に組み込んだ際に最適な照明光学ユニット 1 1 2 を製造することができる。

【 0 0 6 4 】

紫外線遮蔽カバー 2 2 は、紫外線照射装置 7 0 から位置調整部 3 0 に設置された光線照射部を介して照射される紫外線が外部に散乱することを防止する。この紫外線遮蔽カバー 2 2 は、位置調整部 3 0 の下端部から重畳レンズ設置部 2 1 D にかけて囲うように略箱状に形成されている。また、この紫外線遮蔽カバー 2 2 の前方側（図 5 中左側）は、紫外線遮蔽カバー内部に位置する保持枠保持部 2 1 に照明光学ユニット 1 1 2 を設置可能にするために、左右方向に開閉可能に形成されている（図 4 参照）。

【 0 0 6 5 】

図 1 1 は、位置調整部を前方側から見た図である。図 1 2 は、位置調整部を側面から見た図である。

位置調整部 3 0 は、P C 本体 6 2 にて画像処理され、ディスプレイ 6 1 に表示された各種情報に基づいて、照明光学ユニット 1 1 2 の第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の位置調整を実施する。この位置調整部 3 0 は、光束分割素子保持体としての光束分割素子挟持部 3 1、および、調整部本体 3 2 を備えて構成されている。

【 0 0 6 6 】

図 1 3 は、光束分割素子挟持部を上方から見た図である。

光束分割素子挟持部 3 1 は、調整部本体 3 2 の下方に位置し、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の調整位置に設置される。そして、この光束分割素子挟持部 3 1 は、照明光学ユニット 1 1 2 の保持枠 1 1 2 D の光束入射側の端面に紫外線硬化型接着剤を介して密着された第 1 レンズアレイ 1 1 2 A を挟持する。すなわち、この光束分割素子挟持部 3 1 は、保持枠保持部 2 1 が上方に摺動し、照明光学ユニット 1 1 2 の調整位置にセットされた際に、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A を挟持する。

【 0 0 6 7 】

この光束分割素子挟持部 3 1 は、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の外周形状と略同一の挟持面が形成された 2 つのクランプ部 3 1 A を備え、第 1 レンズアレイ 1 1

2 A の外周部分を左右方向（図 1 3 中の左右方向）からこれらのクランプ部 3 1 A で挟むように第 1 レンズアレイ 1 1 2 A を挟持する。このクランプ部 3 1 A は、空圧部 1 1 B（図 4）とエアチューブにて接続され、空圧部 1 1 B にて所定の圧力に設定された空気を導入することにより、2 つのクランプ部 3 1 A が近接して第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の外周を挟持する。

そして、照明光学ユニットの製造装置 1 の基部 1 1 の天面には、クランプスイッチ SW 2 が設けられ、このクランプスイッチ SW 2 により、空圧部 1 1 B からクランプ部 3 1 A への空気の導入が切り替えられる。

【 0 0 6 8 】

また、この光束分割素子挟持部 3 1 は、後述する調整部本体 3 2 の Y 軸位置調整部 3 2 2、X 軸位置調整部 3 2 3、および、面内回転位置調整部 3 2 4 と機械的に接続されている。このため、調整部本体 3 2 による調整により、光束分割素子挟持部 3 1 が平面方向に移動し、これに連動して、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A が保持枠 1 1 2 D の光束入射端面に対して移動する。

【 0 0 6 9 】

調整部本体 3 2 は、図 1 1 または図 1 2 に示すように、光束分割素子挟持部 3 1 を照明光軸と直行する面内で位置調整を実施する。この調整部本体 3 2 は、調整部本体基部 3 2 1、Y 軸位置調整部 3 2 2、X 軸位置調整部 3 2 3、および、面内回転位置調整部 3 2 4 を備えて構成されている。

調整部本体基部 3 2 1 は、調整部本体 3 2 の上方に位置し、支持部 1 2 に固定されて調整部本体 3 2 全体を支持する。

【 0 0 7 0 】

Y 軸位置調整部 3 2 2 は、図 1 1 に示すように、調整部本体基部 3 2 1 の下端部に係合し、Y 軸方向に摺動可能な Y 軸摺動板 3 2 2 A と、この Y 軸摺動板 3 2 2 A を Y 軸方向に摺動させる Y 軸方向調整つまみ 3 2 2 B とを備えている。具体的に、この Y 軸摺動板 3 2 2 A は、X 軸位置調整部 3 2 3 および面内回転位置調整部 3 2 4 を介して光束分割素子挟持部 3 1 と機械的に接続し、Y 軸摺動板 3 2 2 A が Y 軸方向に摺動することで、光束分割素子挟持部 3 1 がこれに連動して Y 軸方向に移動する。

【 0 0 7 1 】

X軸位置調整部 3 2 3 は、図 1 2 に示すように、Y軸位置調整部 3 2 2 のY軸摺動板 3 2 2 A の下端部に係合し、X軸方向に摺動可能なX軸摺動板 3 2 3 A と、このX軸摺動板 3 2 3 A をX軸方向に摺動させるX軸方向調整つまみ 3 2 3 B とを備えている。具体的に、このX軸摺動板 3 2 3 A は、面内回転位置調整部 3 2 4 を介して光束分割素子挟持部 3 1 と機械的に接続し、X軸摺動板 3 2 3 A がX軸方向に摺動することで、光束分割素子挟持部 3 1 がこれに連動してX軸方向に移動する。

【 0 0 7 2 】

面内回転位置調整部 3 2 4 は、図 1 2 に示すように、X軸位置調整部 3 2 3 のX軸摺動板 3 2 3 A の下端部に機械的に固定される面内回転位置調整基部 3 2 4 A と、この面内回転位置調整基部 3 2 4 A の下端部に係合し、Z軸を中心として回転摺動可能な面内回転摺動板 3 2 4 B と、この面内回転摺動板 3 2 4 B を面内回転位置調整基部 3 2 4 A に対して面内方向に回転摺動させる面内回転調整つまみ 3 2 4 C と、面内回転位置調整基部 3 2 4 A および面内回転摺動板 3 2 4 B を位置固定する位置固定部 3 2 4 D とを備えている。そして、面内回転摺動板 3 2 4 B は、光束分割素子挟持部 3 1 と機械的に接続し、この面内回転摺動板 3 2 4 B が面内回転位置調整基部 3 2 4 A に対して面内方向に回転摺動することで、光束分割素子挟持部 3 1 がこれに連動して面内方向に移動する。

【 0 0 7 3 】

このうち、位置固定部 3 2 4 D は、図 1 1 に示すように、面内回転位置調整基部 3 2 4 A に固定され、左右方向に延びるルーズ孔が形成されたルーズ孔形成部 3 2 4 D 1 と、ルーズ孔形成部 3 2 4 D 1 に形成されたルーズ孔に嵌合し、面内回転摺動板 3 2 4 B と係合する係合つまみ 3 2 4 D 2 とを備えている。すなわち、係合つまみ 3 2 4 D 2 を緩め、面内回転摺動板 3 2 4 B への係合状態を解除することで、面内回転摺動板 3 2 4 B の面内回転位置調整基部 3 2 4 A に対する面内方向への回転摺動が可能となる。

【 0 0 7 4 】

また、図 1 2 に示すように、面内回転位置調整基部 3 2 4 A および面内回転摺

動板 3 2 4 B に跨って、回転調整めもり 3 2 4 E が形成されている。そして、作業者は、この回転調整めもり 3 2 4 E を見ることで、面内回転位置調整基部 3 2 4 A に対する面内回転摺動板 3 2 4 B の回転方向の位置を認識できる。

なお、具体的な図示は省略するが、これら位置調整部 3 0 の照明光軸には、照明装置 4 0 からの光束が透過するように、開口が形成されている。

【 0 0 7 5 】

図 4 または図 5 に戻って、照明装置 4 0 は、照明光学ユニットの製造装置 1 の上方側に位置し、調整対象となる照明光学ユニット 1 1 2 に平行光束を供給する。この照明装置 4 0 は、光源部 4 1 および鏡筒部 4 2 を備えている。

光源部 4 1 は、筐体内部に収納される光源ランプ 4 1 1 を備え、この光源ランプ 4 1 1 としては、例えば、タングステン球が用いられる。

鏡筒部 4 2 は、筒状先端部分に平行化レンズ 4 2 1 が設けられている。

このような照明装置 4 0 において、光源ランプ 4 1 1 から射出された拡散光束は、鏡筒部 4 2 の先端の平行化レンズ 4 2 1 によって平行化されて照明装置 4 0 の外部に平行光束として射出される。

【 0 0 7 6 】

＜ 3 ＞ 照明光学ユニットの製造方法

図 1 4 は、照明光学ユニットを製造する動作を説明するフローチャートである。

次に、上述した照明光学ユニットの製造装置 1 による照明光学ユニット 1 1 2 の製造方法を図 4 ないし図 1 3、および図 1 4 のフローチャートを参照して説明する。

【 0 0 7 7 】

(A) 先ず、保持枠 1 1 2 D の光射出側の端面に、第 2 レンズアレイ 1 1 2 B および P B S アレイ 1 1 2 C を外形基準で調整し、これら光学素子を位置決め固定する（第 1 位置決め固定工程：ステップ S 1）。なお、ここでの固定は、紫外線硬化型接着剤に限らず、熱硬化型接着剤等を用いてもよい。

【 0 0 7 8 】

(B) ステップ S 1 の後、保持枠 1 1 2 D の光入射側の端面に第 1 レンズアレイ

1 1 2 A を紫外線硬化型接着剤を介して密着させる。そして、照明光学ユニット設置部 2 0 の紫外線遮蔽カバー 2 2 を開放し、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A が密着した保持枠 1 1 2 D を照明光学ユニット設置部 2 0 の保持枠保持部 2 1 に設置する（ステップ S 2）。また、設置した後に、紫外線遮蔽カバー 2 2 を閉じて密閉する。具体的に、保持枠 1 1 2 D の係合部 1 1 2 D 1 を保持枠保持部 2 1 における把持部 2 1 C の把持面 2 1 C 1 に当接するように設置する。

【 0 0 7 9 】

（C）ステップ S 2 において、保持枠 1 1 2 D を保持枠保持部 2 1 に設置した後、この保持枠保持部 2 1 を上昇させ、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の調整位置にセットする（ステップ S 3）。具体的に、製造装置 1 に設けられた保持枠保持部上下摺動スイッチ S W 1 を操作することで、保持枠保持部 2 1 には、空圧部 1 1 B にて所定の圧力に設定された空気が導入され、ルール 1 2 A に対して上方に摺動する。

【 0 0 8 0 】

（D）ステップ S 3 において、保持枠保持部 2 1 が上昇して調整位置にセットされると、位置調整部 3 0 の光束分割素子挟持部 3 1 が第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の外周を挟持する（ステップ S 4）。具体的に、製造装置 1 に設けられたクランプスイッチ S W 2 を操作することで、光束分割素子挟持部 3 1 には、空圧部 1 1 B にて所定の圧力に設定された空気が導入される。そして、光束分割素子挟持部 3 1 の 2 つのクランプ部 3 1 A が近接するように移動し、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の外周を挟持する。

【 0 0 8 1 】

（E）照明装置 4 0 の光源ランプ 4 1 1 を駆動し、照明光学ユニット 1 1 2 に平行光を導入する（光束導入工程：ステップ S 5）。

（F）ステップ S 5 において、光束が導入されると、照明光学ユニット 1 1 2、および、重畳レンズ設置部 2 1 D に設置された重畳レンズ 1 1 3 を介した光束の光学像が投影板 1 4 に形成される（光学像形成工程：ステップ S 6）。

【 0 0 8 2 】

（G）CCD カメラ 5 0 は、ステップ S 6 において投影板 1 4 上に形成された光

学像を検出する（光学像検出工程：ステップ S 7）。そして、この CCD カメラ 5 0 は、検出した光学像を電気信号に変換し、P C 6 0 に出力する。

（H）P C 本体 6 2 を操作し、今回の照明光学ユニット 1 1 2 （第 1 レンズアレイ 1 1 2 A、第 2 レンズアレイ 1 1 2 B、P B S アレイ 1 1 2 C）の組み合わせに対応するプロジェクタの機種データを呼び出す（ステップ S 8）。

【 0 0 8 3 】

この機種データとしては、液晶パネル 1 4 1 の画像形成領域の大きさ、照明領域を特定する走査線の数量に関するデータ、照明領域を対比する際のマージン量の閾値データ、および、照明領域を対比する際の中心ずれ量の閾値データ等と呼ばし出す。なお、このようなデータは、ユーザ等により設定可能となっており、例えば、テキストファイルで保存される。

【 0 0 8 4 】

（I）P C 本体 6 2 は、C C D カメラ 5 0 から出力される電気信号を取得する。そして、この電気信号に基づく光学像の画像処理を施し、見切枠画像 2 0 1 （図 8）および照明光学ユニット 1 1 2 を介した光束に基づく光学像 2 0 0 （図 8）の照明領域を対比し、ディスプレイ 6 1 に各種処理情報を表示させる（照明領域対比工程：ステップ S 9）。

【 0 0 8 5 】

具体的に、照明領域対比工程 S 9 は、以下に示す手順により実施される。

図 1 5 は、照明領域対比工程の手順を説明するフローチャートである。

（I - 1）先ず、P C 本体 6 2 の画像取込装置 6 3 が、C C D カメラ 5 0 から出力される電気信号を取得し、画像処理装置 6 4 にて読取可能な画像信号に変換して出力する（画像取込手順：ステップ S 9 1）。

【 0 0 8 6 】

（I - 2）次に、画像処理装置 6 4 の輝度値取得部 6 5 A は、画像信号を取得し、取得した画像信号に基づく光学像 2 0 0 （図 8）の輝度値を 0 ～ 2 5 5 の 2 5 6 階調に分けて、画素単位で取得する（輝度値取得手順：ステップ S 9 2）。

（I - 3）次に、走査線選択部 6 5 B は、取り込んだ光学像 2 0 0 の輝度値を照明領域 L A の内外に亘る横方向の横走査線の中から 1 つの横走査線を選択する（

走査線選択手順：ステップ S 9 3）。具体的には、図 9（A）に示すように、光学像 2 0 0 の左端から中央部分にかけて、光学像 2 0 0 の照明領域 L A の内外に亘る横走査線 S L の中から 1 つの横走査線 S L 1 を選択する。

【 0 0 8 7 】

（I - 4）次に、輝度値変化曲線取得部 6 5 C は、ステップ S 9 3 において選択した横走査線 S L 1 上の画素位置に応じた輝度値（階調）の変化を示す輝度値変化曲線 3 0 0 を取得する（輝度値変化曲線取得手順：ステップ S 9 4）。具体的に、図 9（B）に示すように、横軸（X 軸）を走査線上の画素位置とし、縦軸（Y 軸）を対応する輝度値の階調として、X Y 座標にプロットした輝度値変化曲線 3 0 0 を取得する。

【 0 0 8 8 】

この取得した輝度値変化曲線 3 0 0 は、図 9（B）に示すように、光学像 2 0 0 の照明領域 L A の境界部分において、光学像 2 0 0 の外側から中央部分に向かって、クランク状または S 字状に取得される。すなわち、輝度値変化曲線 3 0 0 は、階調が略 0 であって照明領域 L A の外部であることを示す部分である基準部 3 0 1 と、階調が略 2 5 5 であって適正な照明領域を示す照明領域 L A 内部である照明部分 3 0 2 と、その間の輝度値変化部分 3 0 3 とで構成される。

【 0 0 8 9 】

図 1 6 は、図 9（B）における輝度値変化曲線 3 0 0 の一部を拡大して示す図である。

（I - 5）次に、近似直線算出部 6 5 D は、輝度値変化部分 3 0 3 を直線として近似し、この近似直線を算出する（近似直線算出手順：ステップ S 9 5）。具体的には、図 1 7 に示すフローチャートに基づいて近似直線を算出する。

【 0 0 9 0 】

（I - 5 - 1）図 1 6，図 1 7 に示すように、輝度値変化部分 3 0 3 で直線性の高い部分となるような基準となる輝度基準値、例えば、2 2 0 階調を設定する（ステップ S 9 5 1）。

（I - 5 - 2）次に、この 2 2 0 階調を示す 2 2 0 階調線 Y 1 と、輝度値変化部分 3 0 3 との交点 A の座標を取得する。そして、この交点 A の X 座標の前後 1 0

画素離れた画素位置を示す点である点B、Cを取得する（ステップS952）

【0091】

（I-5-3）これらの取得した点B、Cの座標、すなわち、点B、Cの画素位置および画素位置の階調に基づいて、点B、C間の輝度値変化部分303を直線として近似し、この変化部分近似直線303Aを算出する（ステップS953）

。

【0092】

（I-6）次に、図15、図16に示すように、変化部分近似直線303Aに基づいて、境界点取得部65Eは、光学像200の照明領域LAの境界点Hを取得する（境界点取得手順：ステップS96）。具体的には、図18に示すフローチャートに基づいて境界点Hを取得する。

（I-6-1）図16、図18に示すように、変化部分近似直線303Aと255階調線Y2との交点Gを取得する（ステップS961）。

【0093】

（I-6-2）この交点Gから光学像200の中心側へ所定画素分、例えば、50画素分シフトした画素位置における照明部分302上の基準となる点Eを取得する（ステップS962）。

（I-6-3）次に、光学像200の略中心となる画素位置における照明部分302上の点Fを取得する（ステップS963）。

【0094】

（I-6-4）これらの点E、Fの座標、すなわち、点E、Fの画素位置および画素位置の階調に基づいて、点E、F間の照明部分302を直線として近似し、この照明部分近似直線302Aを算出する（ステップS964）。

（I-6-5）次に、算出された変化部分近似直線303Aと、照明部分近似直線302Aとの交点Hを取得する（ステップS965）。このようにして、取得された交点Hが境界点である。

【0095】

（I-7）このような手順で、左側の横走査線SL1の全ての境界点Hを取得した後、同様な手順で、右側の横走査線および上下側の縦走査線についても境界

点Hを取得する（ステップS 9 7）。この際、走査線選択手順S 9 3では、ステップS 8にて呼び出された走査線の数量に関するデータに基づいて特定の数量の走査線S Lが選択される。

（I - 8）次に、照明マージン算出部6 5 Fは、見切枠画像2 0 1の画素位置、および、ステップS 8 7にて取得された境界点Hに基づいて、見切枠画像2 0 1に対する光学像2 0 0の照明領域L Aの照明マージンMを算出する（照明マージン算出手順：ステップS 9 8）。具体的には、図1 9に示すフローチャートに基づいて照明マージンMを算出する。

図2 0は、左右マージンの算出方法を説明する図である。図2 1は、上下マージンの算出方法を説明する図である。

先ず、照明マージン算出部6 5 Fによる左右マージンの算出手順を図1 9に示すフローチャート、図2 0を参照して説明する。

【0 0 9 6】

（I - 8 - 1）照明マージン算出部6 5 Fは、輝度値取得手順S 8 2において、取得された輝度値から、見切枠画像2 0 1の画素位置を認識する（ステップS 9 8 1）。

（I - 8 - 2）この認識した画素位置の座標から見切枠画像2 0 1の左右端縁間の距離D a hを算出する（ステップS 9 8 2）。

【0 0 9 7】

（I - 8 - 3）また、照明マージン算出部6 5 Fは、境界点取得部6 5 Eにて取得された境界点Hのうち、見切枠画像2 0 1の左端縁に沿った境界点と右端縁に沿った境界点との最小距離D s hを算出する（ステップS 9 8 3）。すなわち、この最小距離D s hは、見切枠画像2 0 1の左端縁に沿った境界点H 1および右端縁に沿った境界点H 2における見切枠画像2 0 1の左右端縁に直交する方向の距離に相当する。

【0 0 9 8】

（I - 8 - 4）そして、照明マージン算出部6 5 Fは、ステップS 9 8 2にて算出した距離D a h、および、ステップS 9 8 3にて算出した距離D s hに基づいて、左右マージンM hを以下の式（3）により算出する。

【0099】

【数3】

$$Mh = (Dsh - Dah) / 2 \cdots (3)$$

【0100】

また、照明マージン算出部65Fは、このような手順において、左右方向を上下方向に展開して、上下マージンMvを算出する。すなわち、図21に示すように、照明マージン算出部65Fは、見切枠画像201の上下端縁間の距離Dav、および、見切枠画像201の上端縁に沿った境界点H3および下端縁に沿った境界点H4における見切枠画像201の上下端縁に直交する方向の距離Dsvに基づいて、上下マージンMvを以下の式(4)により算出する(ステップS984)。

【0101】

【数4】

$$Mv = (Dsv - Dav) / 2 \cdots (4)$$

【0102】

(I-9) 次に、画像中心ずれ量算出部65Gは、見切枠画像201の中心位置、および、光学像200の照明領域LAの略中心位置を算出し、これら中心位置のずれ量を座標値として算出する(ステップS99) 具体的には、図22に示すフローチャートに基づいて中心位置のずれ量を算出する。

図23は、画像中心ずれ量算出部による中心位置のずれ量の算出方法を説明する図である。

【0103】

(I-9-1) 先ず、画像中心ずれ量算出部65Gは、見切枠画像201の画素位置の座標値から、四隅の点A1, A2, A3, A4の座標値を算出する。そして、これら四隅の点A1, A2, A3, A4の座標値に基づいて、見切枠画像201の中心位置Oaの座標値を算出する(見切枠画像中心位置算出手順: ステップS991)

【0104】

(I-9-2) 次に、画像中心ずれ量算出部65Gは、ステップS87において

取得した境界点Hから、見切枠画像201の各左右端縁に沿った近似直線L1, L2, L3, L4を算出する(ステップS992)。

(I-9-3) また、画像中心ずれ量算出部65Gは、これら算出した近似直線L1, L2, L3, L4の交点S1, S2, S3, S4の座標値を算出する(ステップS993)。

【0105】

(I-9-4) さらに、画像中心ずれ量算出部65Gは、これら算出した交点S1, S2, S3, S4の座標値に基づいて、照明領域LAの略中心位置Osの座標値を算出する(光学像中心位置算出手順: ステップS994)。

(I-9-5) そして、画像中心ずれ量算出部65Gは、ステップS991にて算出した中心位置Oaの座標値、および、ステップS994にて算出した中心位置Osの座標値から、見切枠画像201と照明領域LAの中心位置のずれ量を算出する(画像中心ずれ量算出手順: ステップS995)。具体的に、中心位置のずれ量は、中心位置Osおよび中心位置OaのX座標のずれ量として、中止ずれ量Xを算出する。また、中心位置Osおよび中心位置OaのY座標のずれ量として、中心ずれ量Yを算出する。

【0106】

(I-10) ステップS88にて照明マージンを算出し、また、ステップS99にて画像中心ずれ量を算出した後、表示制御手段67は、照明領域対比手段65から左右マージンMh、上下マージンMv、中心ずれ量X、および、中心ずれ量Yを取得する。そして、表示制御手段67は、ディスプレイ61にこれらの情報を表示させる(ステップS100)。具体的に、表示制御手段67は、図24に示すように、ディスプレイ61に情報Aの表示を実施する。

【0107】

(J) 作業者は、ステップS100にてディスプレイ61に表示された情報Aを観察しながら、位置調整部30を操作して、第1レンズアレイ112Aの位置調整を実施する(光束分割素子位置調整工程: ステップS10)。具体的には、図25に示すフローチャートに基づいて位置調整を実施する。

ここで、照明領域対比手段65は、この位置調整部30によって第1レンズア

レイ 1 1 2 A の位置が変更されると、この変更に関連して、照明マージンおよび中心位置のずれ量を算出し、ディスプレイ 6 1 に情報 A を表示させる。このため、作業者はこの表示された情報 A を観察しながら位置調整を実施できる。

【 0 1 0 8 】

(J - 1) 先ず、作業者は、位置調整部 3 0 における調整部本体 3 2 の Y 軸位置調整部 3 2 2 および X 軸位置調整部 3 2 3 を操作し、第 2 レンズアレイ 1 1 2 B および P B S アレイ 1 1 2 C に対する第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の粗調整を実施する (ステップ S 1 0 1) 。

具体的に、作業者は、ディスプレイ 6 1 に表示された中心ずれ量 X を観察しながら、X 軸方向調整つまみ 3 2 3 B を操作して、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A を X 軸方向に位置調整する (X 軸位置調整手順 : ステップ S 1 0 1 A) 。

また、作業者は、ディスプレイ 6 1 に表示された中心ずれ量 Y を観察しながら、Y 軸方向調整つまみ 3 2 3 B を操作して、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A を Y 軸方向に位置調整する (Y 軸位置調整手順 : ステップ S 1 0 1 B) 。

そして、中心ずれ量 X および中心ずれ量 Y が略 0 になるように X 軸位置調整手順 S 1 0 1 A および Y 軸位置調整手順 S 1 0 1 B を実施する。

【 0 1 0 9 】

(J - 2) 次に、作業者は、位置調整部 3 0 における調整部本体 3 2 の面内回転位置調整部 3 2 4 を操作して第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の位置調整を実施し、照明マージンを調整する (面内回転位置調整手順 : ステップ S 1 0 2) 。

具体的に、作業者は、面内回転位置調整部 3 2 4 における位置固定部 3 2 4 D を操作して、面内回転摺動板 3 2 4 B を摺動可能にする。そして、作業者は、ディスプレイ 6 1 の左右マージン M h および上下マージン M v を観察しながら、面内回転調整つまみ 3 2 4 C を操作して、面内回転摺動板 3 2 4 B を回転摺動させて、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の位置調整を実施する。

【 0 1 1 0 】

(J - 3) 次に、作業者は、再度、ディスプレイ 6 1 に表示された中心ずれ量 X および中心ずれ量 Y を観察しながら、X 軸方向調整つまみ 3 2 3 B および Y 軸方向調整つまみ 3 2 2 B を操作して、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の位置調整を実施

する。そして、これら中心ずれ量Xおよび中心ずれ量Yが略0になるように調整する（ステップS103）。

なお、本発明に係る光束分割素子保持手順に相当するステップS4をこの光束分割素子位置調整工程S10にて実施してもよい。

【0111】

（K）そして、PC本体62における画像処理装置64の最適状態判定手段66は、ステップS9にて位置調整が実施されている際に、照明領域対比手段65にて算出された照明マージンおよび中心位置のずれ量を取得する。そしてまた、最適状態判定手段66は、これら取得した照明マージンおよび中心位置のずれ量が所定の閾値以上であるか否かを判定する（最適状態判定工程：ステップS11）。

。

【0112】

具体的に、最適状態判定手段66は、ステップS8にて呼び出したマージン量の閾値データに基づいて、左右マージンMhおよび上下マージンMvがそれぞれ閾値以上であるか否かを判定する（ステップS111）。

ステップS111において、「No（N）」と判定した際には、最適状態判定手段66は、表示制御手段67に判定情報を出力する。そして、表示制御手段67は、この判定情報に基づいて、ディスプレイ61に「NG」の文字を点灯させる（図24参照）。この場合、ステップS10に戻って、作業者は再度、位置調整を実施する必要がある。

【0113】

一方、ステップS111において、「Yes（Y）」と判定した際には、最適状態判定手段66は、ステップS8にて呼び出した中心ずれ量の閾値データに基づいて、中心ずれ量Xおよび中心ずれ量Yがそれぞれ閾値以下であるか否かを判定する（ステップS112）。

ステップS112において、「N」と判定した際には、ステップS111と同様に、ディスプレイ61に「NG」の文字が点灯される。また、この場合、ステップS10に戻って、作業者は再度、位置調整を実施する必要がある。

【0114】

一方、ステップ S 1 1 2 において、「Y」と判定した際には、最適状態判定手段 6 6 は、表示制御手段 6 7 に判定情報を出力する。そして、表示制御手段 6 7 は、この判定情報に基づいて、ディスプレイ 6 1 に「OK」の文字を点灯させる（図 2 4 参照）。すなわち、最適状態判定手段 6 6 は、照明マージンが所定の閾値以上であり、かつ、中心ずれ量が所定の閾値以下である場合に、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の位置が最適な状態であると判定する。

【0 1 1 5】

(L) 次に、紫外線照射装置 7 0 から光ファイバ等の導光手段を介して、位置調整部 3 0 に設置された光線照射部（図示省略）から保持枠 1 1 2 D の光入射側端面と第 1 レンズアレイ 1 1 2 A との間に紫外線を照射する。そして、保持枠 1 1 2 D と第 1 レンズアレイ 1 1 2 A との間に介在する紫外線硬化型接着剤がこの紫外線の照射により硬化し、保持枠 1 1 2 D の光入射側端面に第 1 レンズアレイ 1 1 2 A が接着固定される（第 2 位置決め工程：ステップ S 1 2）。

【0 1 1 6】

(M) そして、製造装置 1 に設けられたクランプスイッチ SW 2 を操作し、光束分割素子挟持部 3 1 による第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の挟持状態を解除する（ステップ S 1 3）。そしてまた、製造装置 1 に設けられた保持枠保持部上下摺動スイッチ SW 1 を操作し、保持枠保持部 2 1 をレール 1 2 A に対して下方に摺動する（ステップ S 1 4）。そしてさらに、紫外線遮蔽カバー 2 2 を開放して照明光学ユニット 1 1 2 を取り出す（ステップ S 1 5）。

以上のような工程により、照明光学ユニット 1 1 2 が製造される。

【0 1 1 7】

＜4＞ 実施形態の効果

本実施形態によれば、以下のような効果がある。

(1) 照明光学ユニットの製造方法において、照明領域対比工程 S 9 では、光学像検出工程 S 7 にて検出された光学像を取り込んで、PC 6 0 を用いて画像処理を施すことにより、見切枠画像 2 0 1 および光学像 2 0 0 の照明領域 LA を対比できる。また、光束分割素子位置調整工程 S 1 0 では、第 2 レンズアレイ 1 1 2 B および PBS アレイ 1 1 2 C に対する第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の相対位置を

調整する。そして、最適状態判定工程 S 1 1 では、この位置調整を実施している際に、P C 6 0 により、照明領域対比工程 S 9 にて算出される対比結果に基づいて設計上の照明領域である見切枠画像 2 0 1 に対する光学像 2 0 0 の照明領域 L A の最適な状態を判定できる。

したがって、従来の目視による曖昧な調整精度を改善し、各光学素子の光学的相対位置を高精度に調整できるとともに、効率的に調整することができ、集光効率の向上した照明光学ユニット 1 1 2 を製造できる。

【 0 1 1 8 】

(2) 光束分割素子位置調整工程 S 1 0 では、第 1 位置決め工程 S 1 にて保持枠 1 1 2 D に位置決め固定された第 2 レンズアレイ 1 1 2 B および P B S アレイ 1 1 2 C に対して第 1 レンズアレイ 1 1 2 A のみの位置調整を実施する。そして、第 2 位置決め工程 S 1 2 では、この第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の位置調整の後に、保持枠 1 1 2 D に位置決め固定する。

したがって、位置調整を簡単な工程で実施することができ、照明光学ユニット 1 1 2 の製造効率を向上できる。

【 0 1 1 9 】

(3) 照明領域対比工程 S 9 では、輝度値変化曲線 3 0 0 の輝度値変化部分 3 0 3 の傾きは光源ランプ 4 1 1 の変化等に影響されず、この影響を受けない輝度値変化部分 3 0 3 を変化部分近似直線 3 0 3 A として直線近似したことに基づいて境界点 H を取得したので、光学像 2 0 0 の正確な照明領域 L A を算出できる。

【 0 1 2 0 】

(4) また、照明領域対比工程 S 9 では、直線性の高い部分である輝度基準値 2 2 0 階調線近傍の点 A を基準として、この点 A の前後 1 0 画素離れた点 B, C に基づいて、変化部分近似直線 3 0 3 A を算出したので、画像取り込みのタイミングによる近似直線の傾きのばらつきを最小限に抑えた正確な近似直線を取得でき、光学像 2 0 0 の正確な照明領域 L A を算出できる。

【 0 1 2 1 】

(5) 照明マージン算出手順 S 9 8 では、ステップ S 9 7 にて取得された複数の境界点 H のうち、見切枠画像 2 0 1 の互いに対向する一方の辺に沿った境界点と

、他方の辺に沿った境界点間の一对の辺に直交する方向の最小距離 (D_{sh} 、 D_{sv})、および、見切枠画像 2 0 1 の一对の画素位置間の距離 (D_{ah} 、 D_{av}) に基づいて、式 (3) および (4) により照明マージン (左右マージン M_h 、上下マージン M_v) を算出する。

したがって、例えば、取得された複数の境界点 H のうち、特異的な境界点があった場合であっても、見切枠画像 2 0 1 に対する光学像 2 0 0 の照明領域 LA 全体の照明マージンを確実に算出できる。

【0 1 2 2】

(6) 照明領域対比工程 S_9 では、見切枠画像中心算出手順 S_{991} 、光学像中心位置算出手順 S_{994} 、および、画像中心ずれ量算出手順 S_{995} を備えていることにより、設計上の照明領域である見切枠画像 2 0 1 の中心軸と光学像 2 0 0 の照明領域 LA の中心軸とのずれ量を算出できる。

また、最適状態判定工程 S_{11} では、照明マージン (左右マージン M_h 、上下マージン M_v) が所定の閾値以上であり、かつ、画像中心ずれ量算出手順 S_{99} で算出された中心位置のずれ量 (中心ずれ量 X 、中心ずれ量 Y) が所定の閾値以下である場合に、光学像 2 0 0 の照明領域 LA が最適状態であると判定する。このことにより、照明領域対比工程 S_9 にて取得した複数の境界点 H に誤差が生じている場合であっても、設計上の照明領域である見切枠画像 2 0 1 に対して有効な照明マージンを確保した照明光学ユニット 1 1 2 を製造でき、さらに、照明光軸のずれのない照明光学ユニット 1 1 2 を製造できる。

【0 1 2 3】

(7) 光束分割素子位置調整工程 S_{10} では、位置調整部 3 0 における Y 軸位置調整部 3 2 2、 X 軸位置調整部 3 2 3、および、面内回転位置調整部 3 2 4 を操作し、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A を X 軸方向、 Y 軸方向、 Z 軸を中心とした回転方向に位置調整し、照明マージンおよび中心位置のずれ量を調整する。

したがって、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A の位置調整を高精度に実施でき、照明光学ユニット 1 1 2 を高精度に製造できる。

【0 1 2 4】

(8) 第 2 位置決め工程 S_{12} では、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A と保持枠 1 1 2

Dの光入射側端面との間に介在する紫外線硬化型接着剤に、紫外線照射装置70と光ファイバ等の導光手段で接続された光線照射部から紫外線を照射する。そして、この接着剤を硬化させて第1レンズアレイ112Aと保持枠112Dを接着固定する。

したがって、照明光学ユニット112の製造を容易に行え、照明光学ユニット112の製造効率の向上を図れる。

【0125】

〈5〉実施形態の変形

なお、本発明は、前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

前記実施形態において、照明領域対比工程S9では、取得した境界点Hに基づく最小距離Ds、および、見切枠画像201の画素位置間の距離Daに基づいて、照明マージンMを算出していたが、これに限らない。例えば、見切枠画像201における所定の画素位置の座標値に対する、取得した所定の境界点Hの座標値の相対値を照明マージンMとして採用してもよい。さらに、見切枠画像201の面積に対する、複数の境界点Hの集合で形成される光学像200の照明領域LAの面積の相対値を照明マージンMとして採用してもよい。

【0126】

また、照明領域対比工程S9では、複数の走査線から複数の境界点Hを取得して、これら取得した境界点Hに基づいて照明マージンMを算出していたが、これに限らない。例えば、単一の走査線から境界点Hを取得する。そして、この走査線上の見切枠画像201の画素位置または画素位置間の距離に対する、境界点Hの位置または境界点H間の距離の相対値を取得し、この相対値を照明マージンMとして算出してもよい。

【0127】

さらに、照明マージン算出手順S98では、取得した境界点Hに基づく最小距離Ds、および、見切枠画像201の画素位置間の距離Daに基づいて、式(3)、(4)にて照明マージンM(左右マージンMh、上下マージンMv)を算出していたが、これに限らない。その他の数式を用いて照明マージンMを算出して

もよい。

【 0 1 2 8 】

前記実施形態において、近似直線算出手順 S 9 5 では、変化部分近似直線 3 0 3 A を取得する際に、2 2 0 階調を輝度基準値として設定したが、これに限らない。例えば、1 0 0 階調等のその他の階調を輝度基準値として設定してもよい。この際、輝度基準値は予め設定されていてもよい。

また、前後 1 0 画素分離れた画素位置の点 B, C に基づいて、変化部分近似直線 3 0 3 A を取得したが、これに限らない。例えば、前後 2 0 画素等のその他の画素数分離れた位置の点に基づいて取得してもよい。

さらに、変化部分近似直線 3 0 3 A を取得する際に、2 点 B, C に基づいて直線近似していたが、3 点以上の複数の点を取得して、最小二乗法等の手法を用いて直線近似してもよい。要するに、輝度値変化部分 3 0 3 を適正に直線近似できればよい。

【 0 1 2 9 】

前記実施形態において、境界点取得手順 S 9 6 では、所定画素分として 5 0 画素分シフトするようにした（ステップ S 9 6 2）が、このシフト画素数は、特に限定されない。例えば、変化部分近似直線 3 0 3 A の傾き（図 1 6 の角度 ϕ ）に応じて変化させてもよい。すなわち、傾きが大きい場合（角度 ϕ : 大）には大きくシフトさせ、傾きが小さい場合（角度 ϕ : 小）には小さくシフトさせる。このようにすれば、照明部分 3 0 2 上の点 E を、直線近似する際に、基準として適性な点を確実に特定できる。ただし、このシフトさせる画素数は特に限定されない。

また、光学像 2 0 0 の略中央部分の画素位置に点 F に基づいて、照明部分近似直線 3 0 2 A を算出したが、これに限らない。その他の画素位置の点に基づいて算出してもよい。

【 0 1 3 0 】

前記実施形態において、光束分割素子として第 1 レンズアレイ 1 1 2 A を用いた構成を説明したが、これに限らない。例えば、入射した光束を内面反射を利用して複数の部分光束に分割するロッド等を採用してもよい。すなわち、光束を複

数の部分光束に分割できる光学素子があれば、種々のものを採用できる。

【 0 1 3 1 】

前記実施形態において、照明光学ユニット 1 1 2 は、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A、第 2 レンズアレイ 1 1 2 B、および、PBSアレイ 1 1 2 Cを一体化する保持枠 1 1 2 Dを用いた構成を説明したが、このような構成に限らない。すなわち、第 1 レンズアレイ 1 1 2 Aを、第 2 レンズアレイ 1 1 2 BおよびPBSアレイ 1 1 2 Cに対して位置決めできるような構成とすればよく、スペーサ等を利用して一体化するような構成でもよい。

また、照明光学ユニット 1 1 2 として、第 1 レンズアレイ 1 1 2 A、第 2 レンズアレイ 1 1 2 B、および、PBSアレイ 1 1 2 Cの他、重畳レンズ 1 1 3 等のその他の光学素子を一体化するように構成してもよい。

【 0 1 3 2 】

前記実施形態において、照明光学ユニット 1 1 2 は、紫外線硬化型接着剤を使用して一体化していたが、これに限らない。例えば、熱硬化型接着剤、弾性系接着剤、瞬間系接着剤等のその他の接着剤を採用してもよい。

【 0 1 3 3 】

前記実施形態において、投影板 1 4 には、見切枠 1 4 Aが形成された構成を説明したが、これに限らない。例えば、画像処理装置 6 4 に、プロジェクタの種類に応じた見切枠画像を記録する記録手段を設ける。そして、照明領域対比手段 6 5 は、この記録手段に記録された見切枠画像のうち、選択されたプロジェクタの種類に応じた見切枠画像と光学像 2 0 0 の照明領域 L Aとを対比するような構成としてもよい。

また、投影板 1 4 は、すりガラスで構成したが、これに限らない。例えば、アクリル等の各種プラスチック、樹脂等、その他の材料で構成してもよい。

【 0 1 3 4 】

前記実施形態において、製造対象となる照明光学ユニット 1 1 2 は、プロジェクタ 1 0 0 のインテグレート照明光学系 1 1 0 を構成する光学ユニットであったが、これに限らず、他の用途に使用されてもよい。

【 0 1 3 5 】

【発明の効果】

このような本発明によれば、光束分割素子、集光素子、および、偏光変換素子を一体化した照明光学ユニットを高精度かつ効率的に製造できる、という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態に係る照明光学ユニットを備えたプロジェクタの光学系の構造を示す模式図である。

【図 2】

前記実施形態における光学系の構造を説明する模式図である。

【図 3】

前記実施形態における照明光学ユニットの構造を示す概要斜視図である。

【図 4】

前記実施形態における照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造装置を示す正面図である。

【図 5】

前記実施形態における照明光学ユニットを製造する照明光学ユニットの製造装置を示す側面図である。

【図 6】

前記実施形態における投影板の構造を示す正面図である。

【図 7】

前記実施形態における P C 本体における制御構造を模式的に示すブロック図である。

【図 8】

前記実施形態における画像処理装置にて認識される光学像を模式的に示す図である。

【図 9】

前記実施形態における P C 本体にて取り込まれた光学像において走査線を選択して輝度値変化曲線を取得する様子を示す図である。

【図 1 0】

前記実施形態における照明光学ユニットの設置状態を説明する図である。

【図 1 1】

前記実施形態における位置調整部を示す正面図である。

【図 1 2】

前記実施形態における位置調整部を示す側面図である。

【図 1 3】

前記実施形態における光束分割素子挟持部を上方から見た図である。

【図 1 4】

前記実施形態における照明光学ユニットを製造する動作を説明するフローチャートである。

【図 1 5】

前記実施形態における照明領域対比工程の手順を説明するフローチャートである。

【図 1 6】

前記実施形態における輝度値変化曲線の一部を拡大して示す図である。

【図 1 7】

前記実施形態における近似直線算出手順を説明するフローチャートである。

【図 1 8】

前記実施形態における境界点取得手順を説明するフローチャートである。

【図 1 9】

前記実施形態における照明マージン算出手順を説明するフローチャートである。

【図 2 0】

前記実施形態における照明マージン算出手順にて左右マージンの算出手順を説明する図である。

【図 2 1】

前記実施形態における照明マージン算出手順にて上下マージンの算出手順を説明する図である。

【図 2 2】

前記実施形態における画像中心ずれ量算出部による中心位置のずれ量の算出手順を説明するフローチャートである。

【図 2 3】

前記実施形態における画像中心ずれ量算出部による中心位置のずれ量の算出手順を説明する図である。

【図 2 4】

前記実施形態における表示制御手段によりディスプレイに表示される情報を示す図である。

【図 2 5】

前記実施形態における光束分割素子位置調整工程の手順を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 照明光学ユニットの製造装置
- 1 4 投影板
- 1 4 A 見切枠
- 2 1 素子保持体としての保持枠保持部
- 3 0 位置調整部
- 3 1 光束分割素子保持体としての光束分割素子挟持部
- 4 0 光源としての照明装置
- 5 0 撮像素子としての CCD カメラ
- 6 0 P C
- 6 3 画像取込装置
- 6 4 画像処理装置
- 6 5 照明領域対比手段
- 6 6 最適状態判定手段
- 7 0 位置決め固定部としての紫外線照射装置
- 1 0 0 プロジェクタ
- 1 1 2 照明光学ユニット

- 1 1 2 A 光束分割素子としての第 1 レンズアレイ
- 1 1 2 B 集光素子としての第 2 レンズアレイ
- 1 1 2 C 偏光変換素子としての P B S アレイ
- 2 0 0 光学像
- 2 0 1 見切枠画像
- 3 0 0 輝度値変化曲線
- 3 0 1 照明領域外部を表す部分としての基準部分
- 3 0 2 照明領域内部を表す部分としての照明部分
- 3 0 3 輝度値変化部分
- 3 0 3 A 近似直線としての変化部分近似直線
- S 1 第 1 位置決め工程
- S 4 光束分割素子保持手順
- S 5 光束導入工程
- S 6 光学像形成工程
- S 7 光学像検出工程
- S 9 照明領域対比工程
- S 1 0 光束分割素子位置調整工程
- S 1 1 最適状態判定工程
- S 1 2 第 2 位置決め工程
- S 9 1 画像取込手順
- S 9 2 輝度値取得手順
- S 9 3 走査線選択手順
- S 9 4 輝度値変化曲線取得手順
- S 9 5 近似直線算出手順
- S 9 6 境界点取得手順
- S 9 8 照明マージン算出手順
- S 1 0 1 A X 軸位置調整手順
- S 1 0 1 B Y 軸位置調整手順
- S 1 0 2 面内回転位置調整手順

S 9 9 1 見切枠画像中心位置算出手順

S 9 9 4 光学像中心位置算出手順

S 9 9 5 画像中心ずれ量算出手順

D s , D s h , D s v 最小距離

D a , D a h , D a v 見切枠画像の一对の画素位置の距離

H 境界点

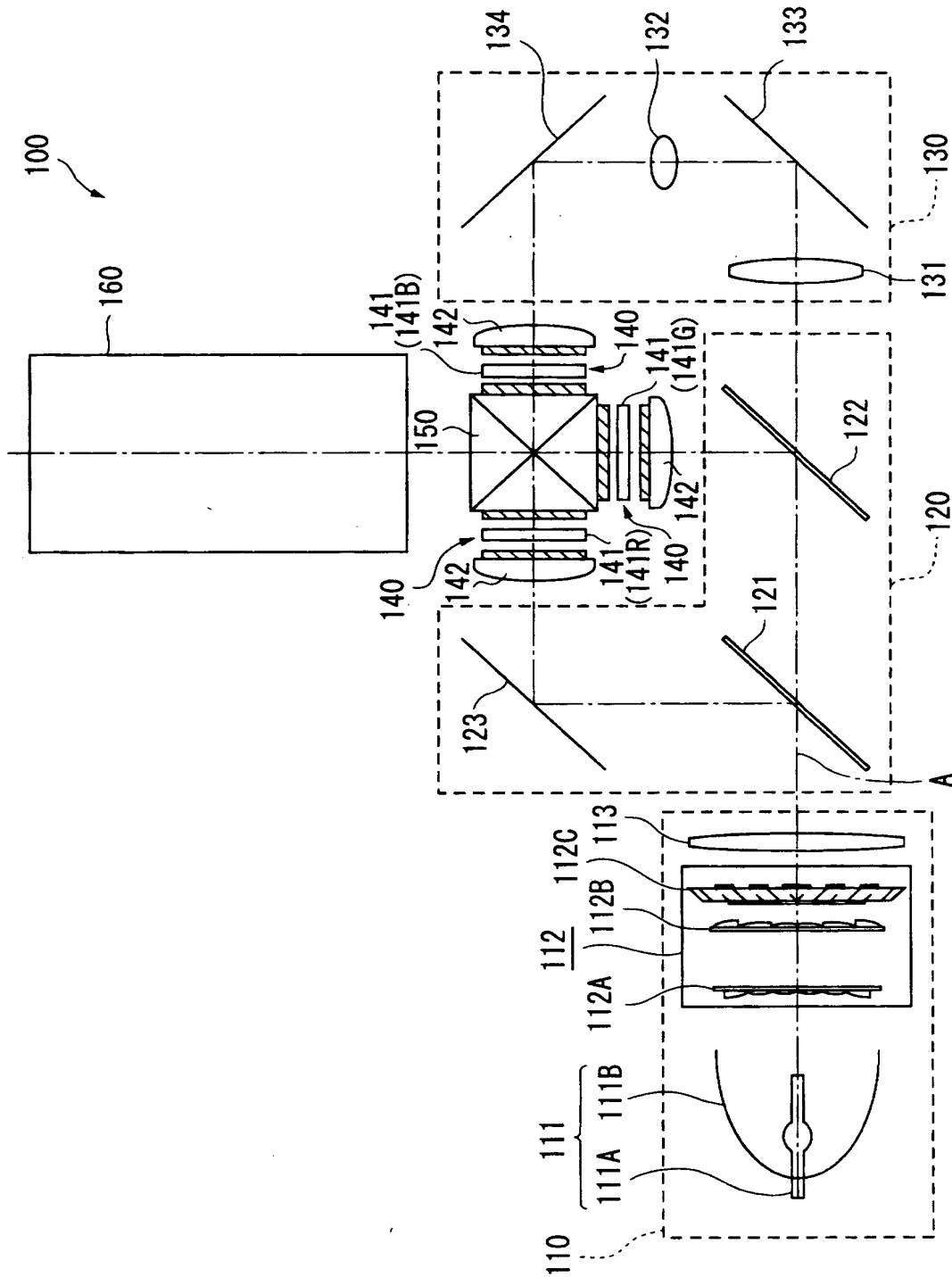
L A 照明領域

M , M h , M v 照明マージン（左右マージン、上下マージン）

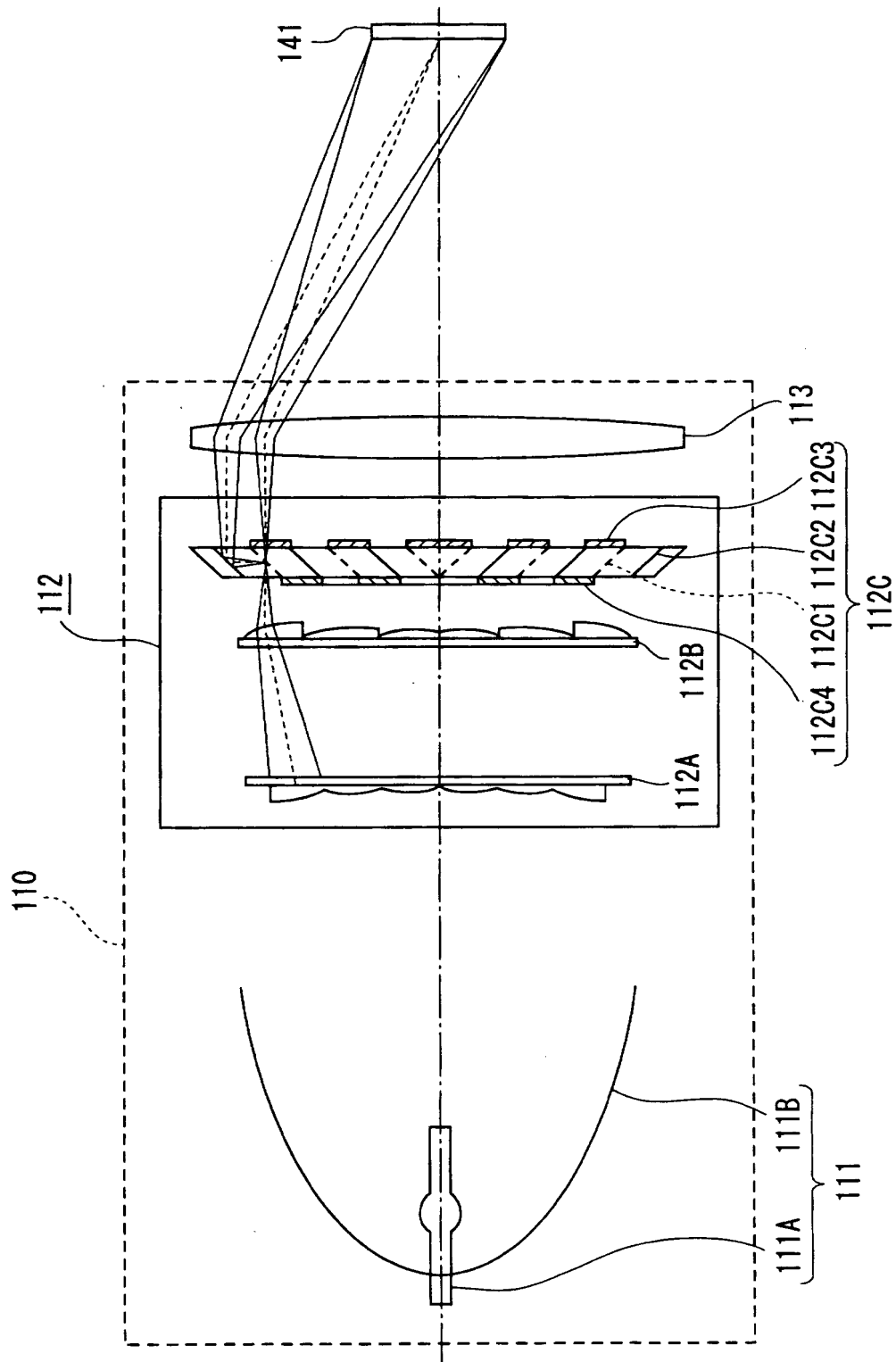
S L 走査線

【書類名】 図面

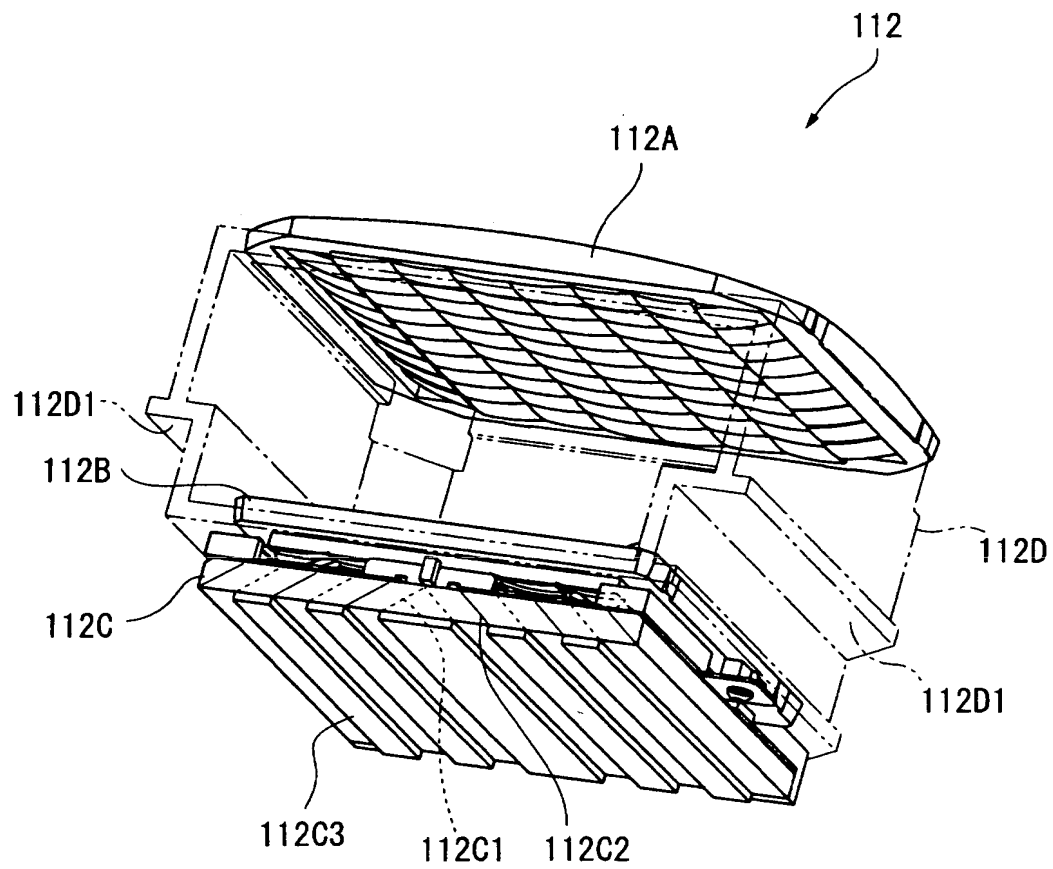
【図 1】



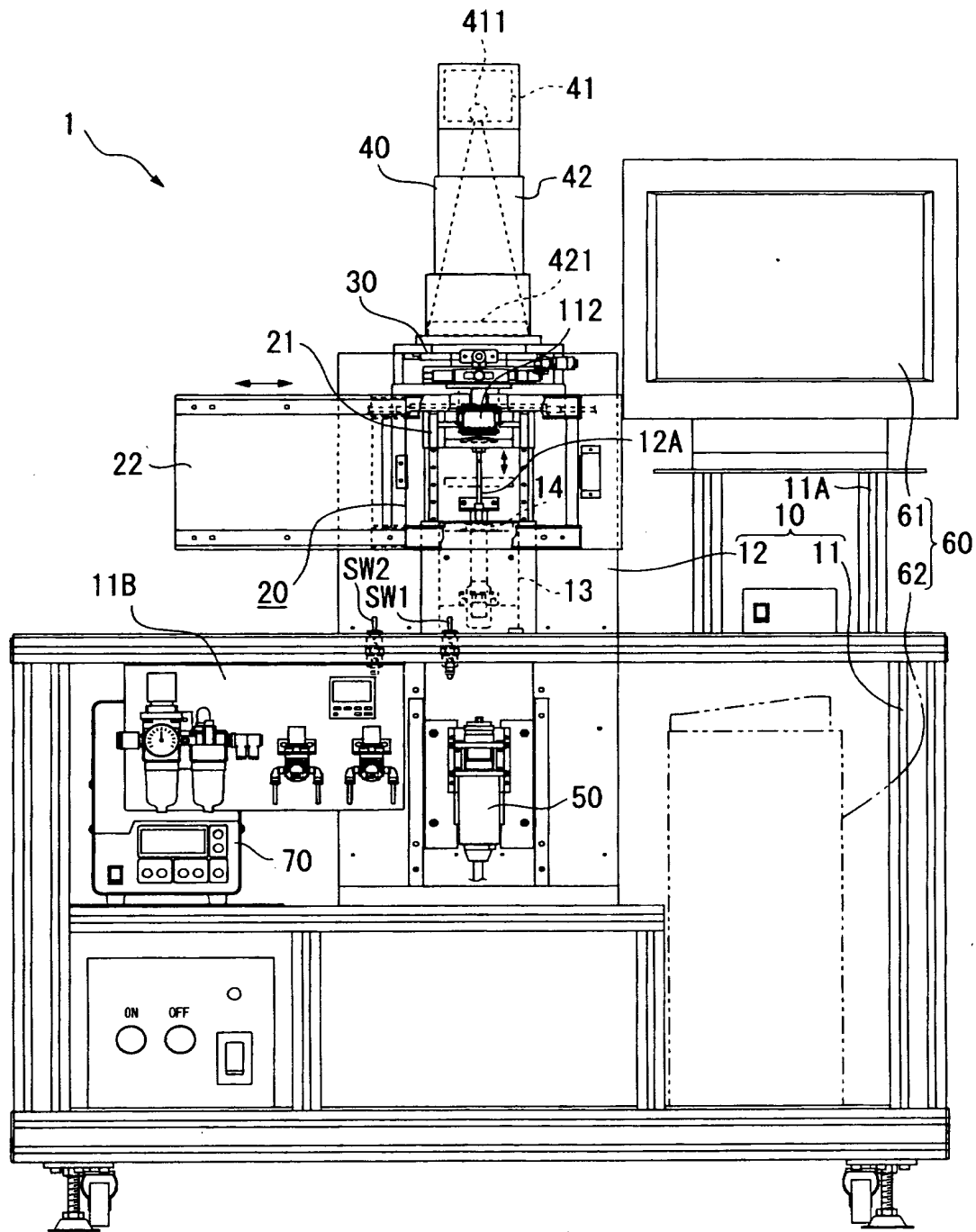
【図 2】



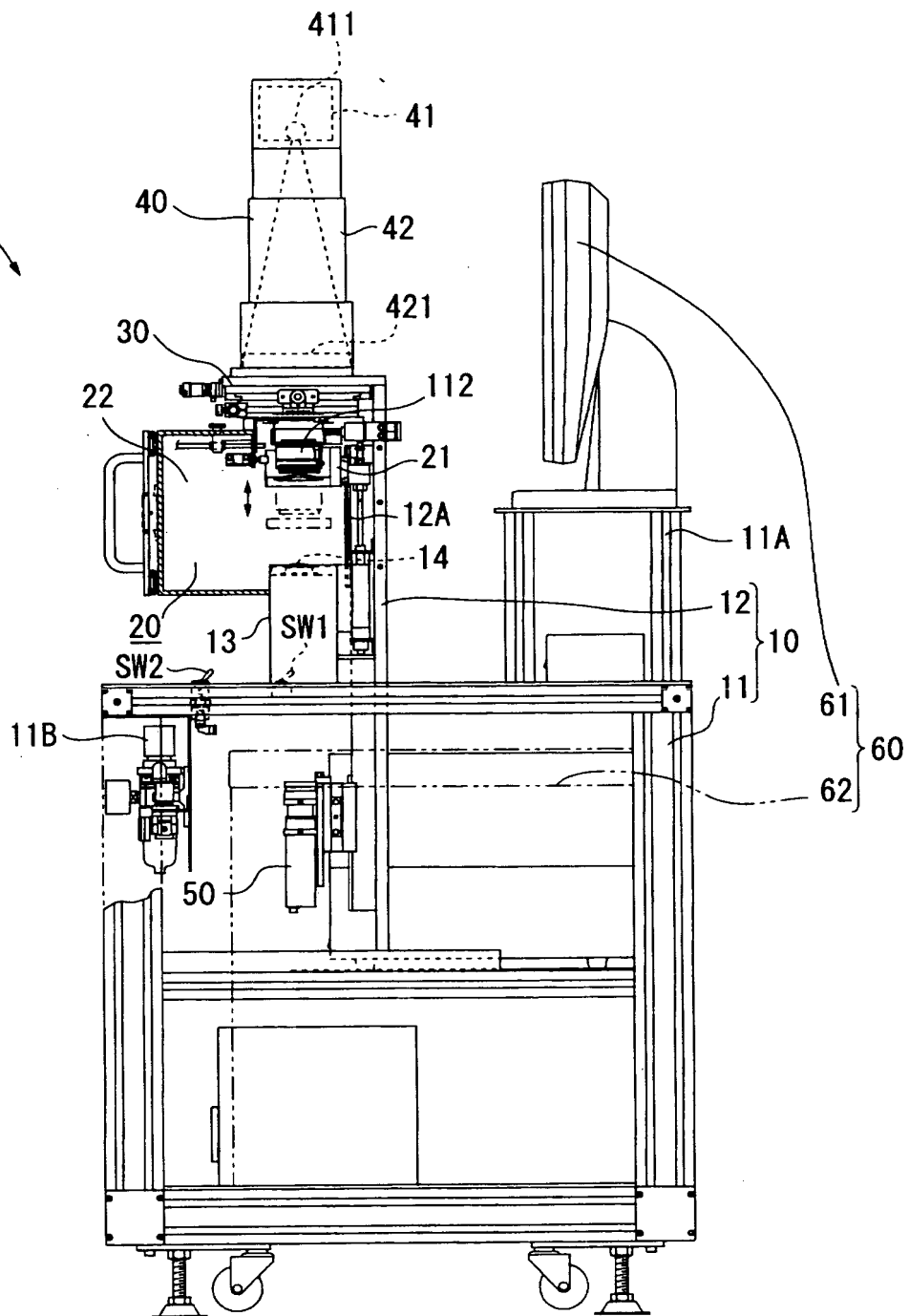
【図 3】



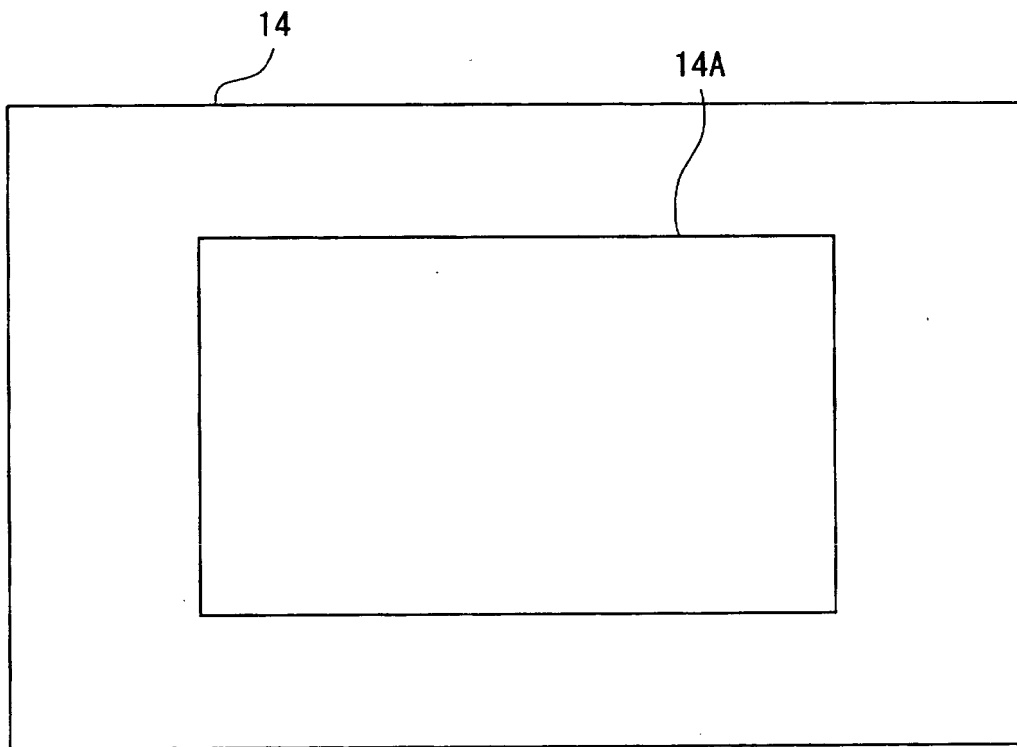
【図 4】



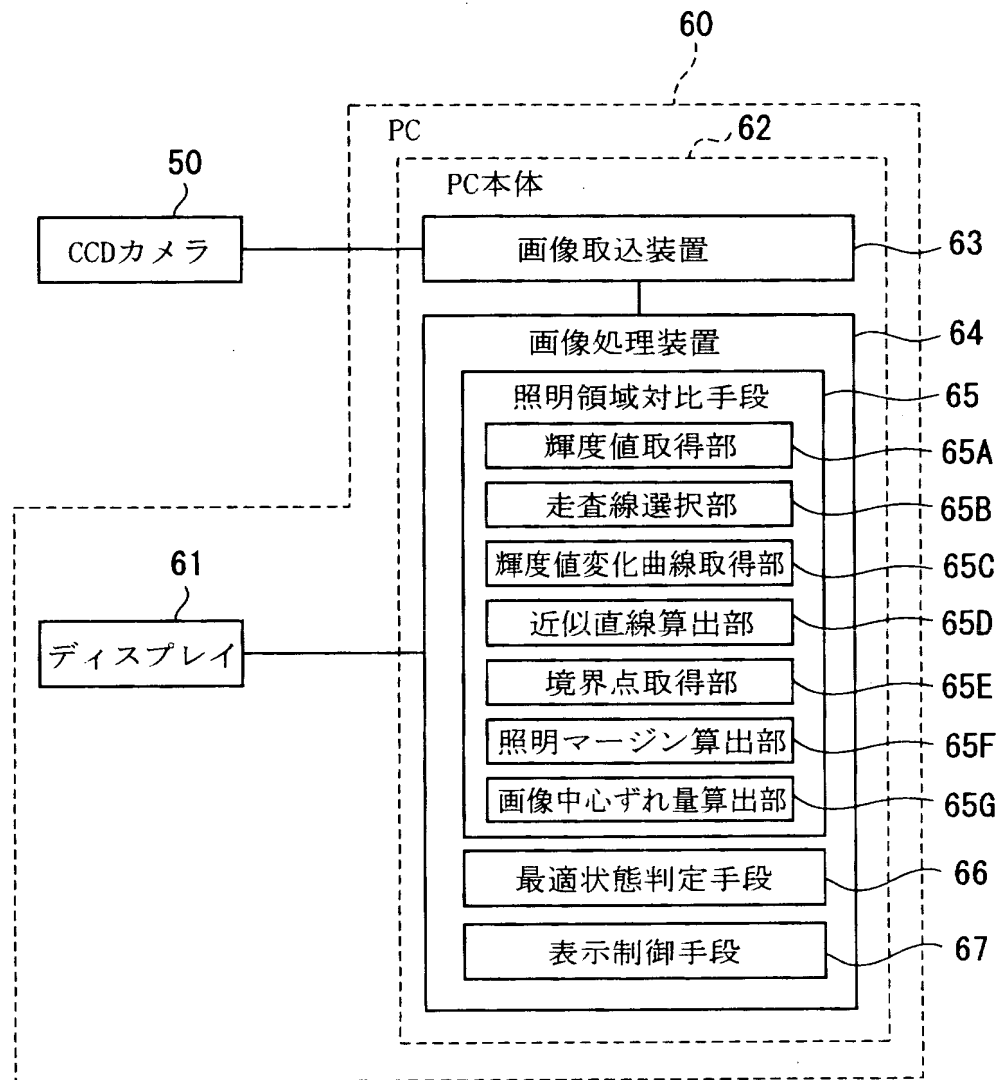
【図 5】



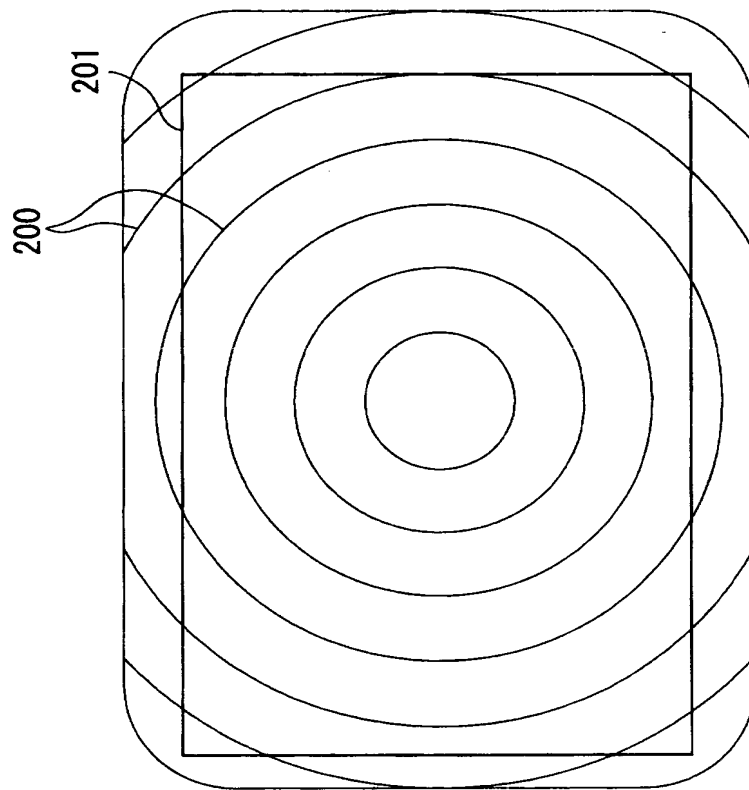
【図 6】



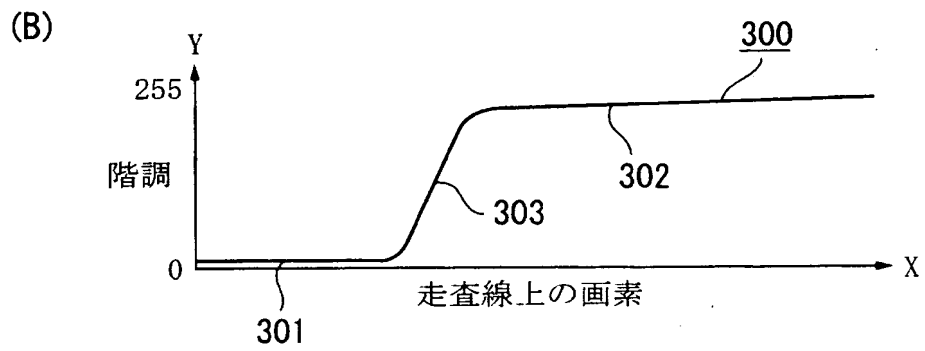
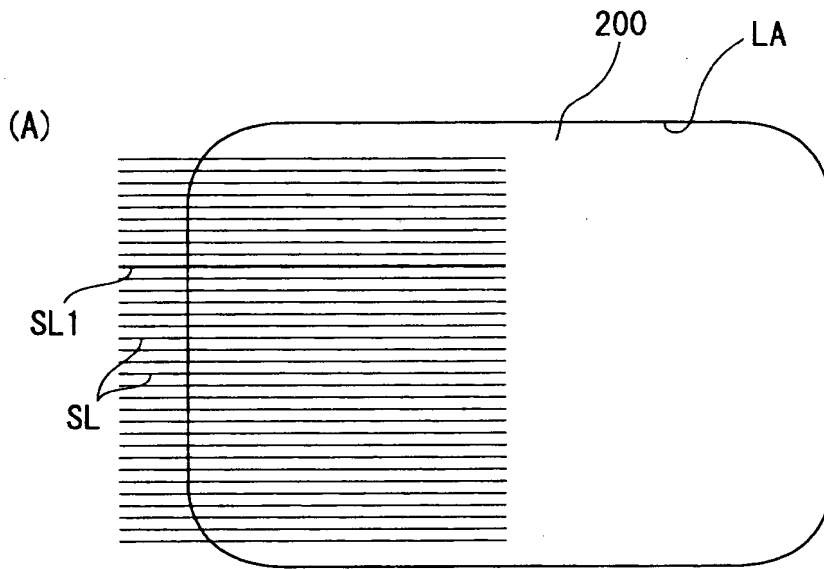
【図 7】



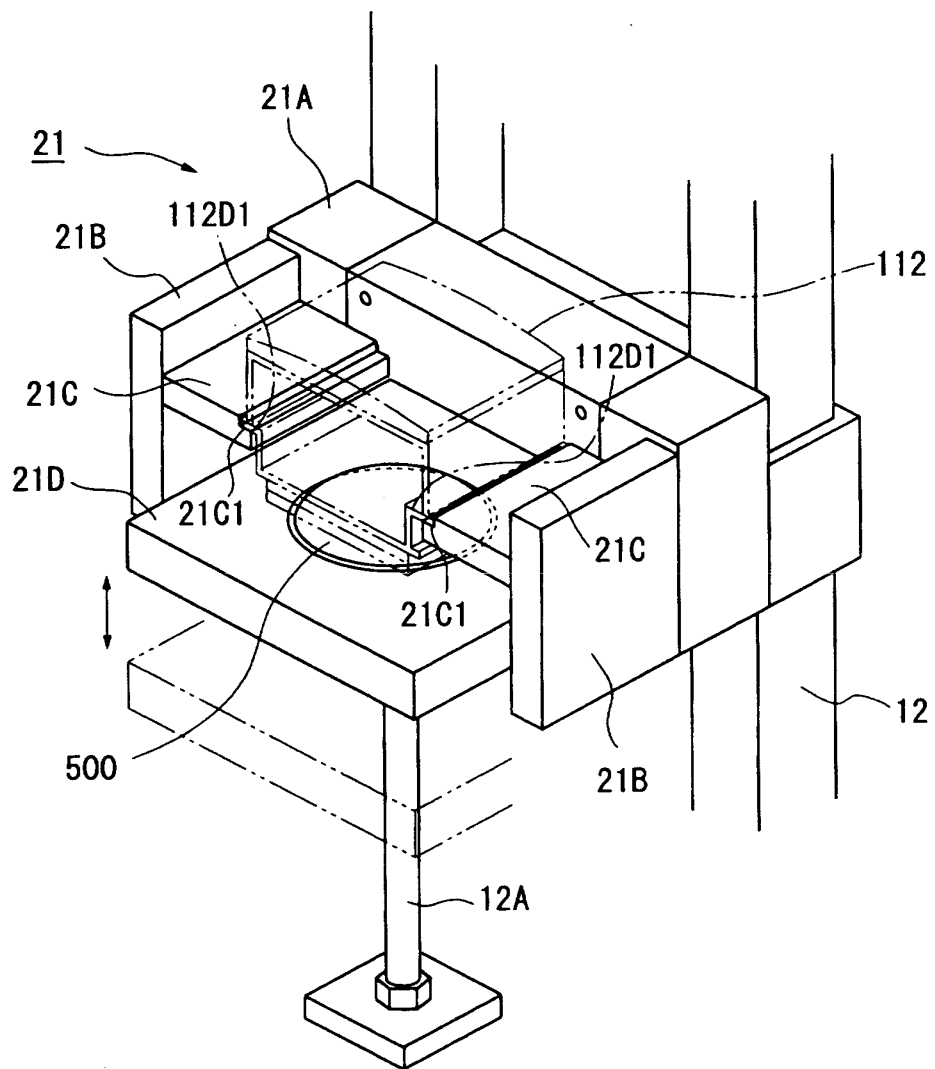
【図 8】



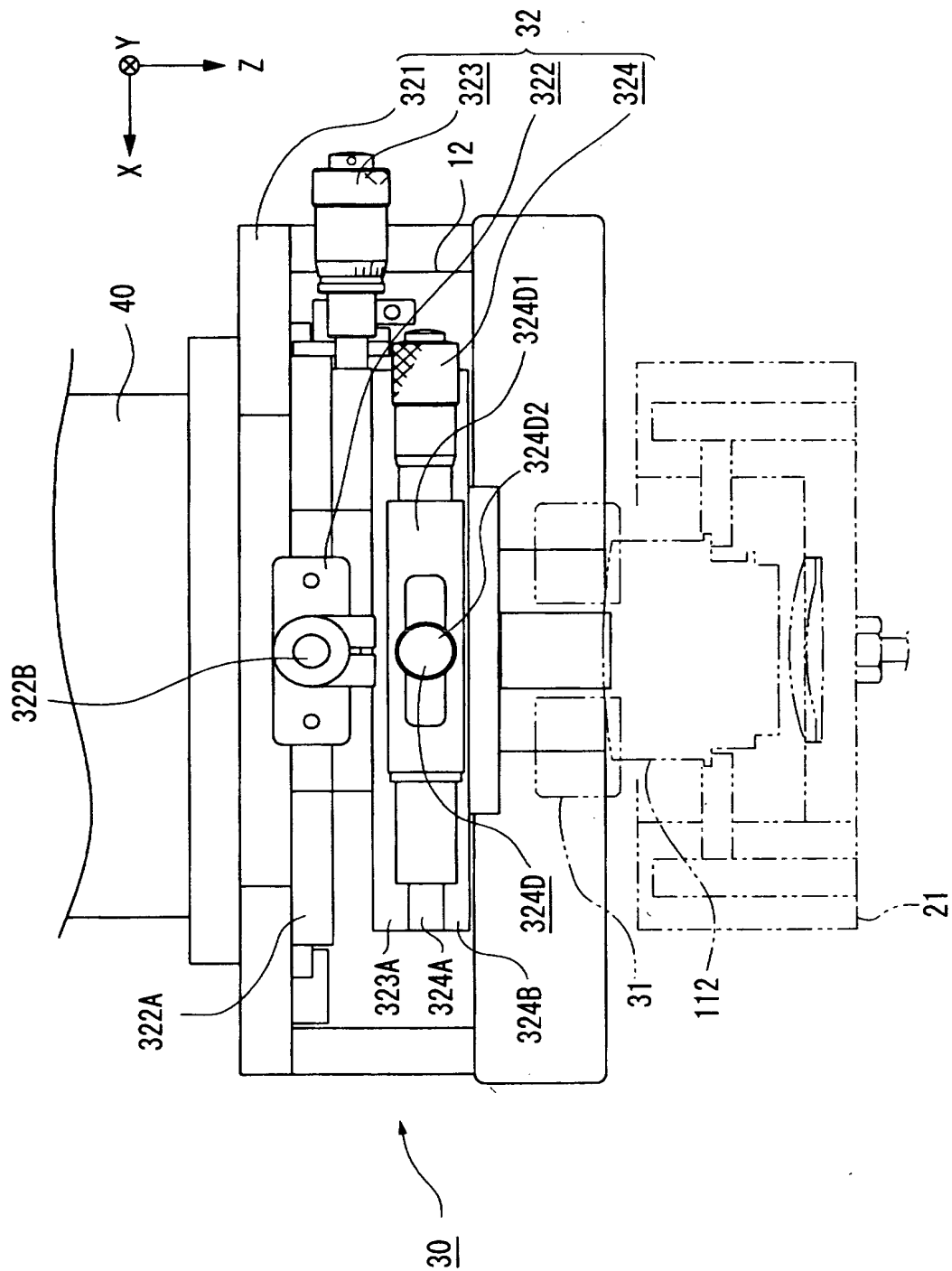
【図 9】



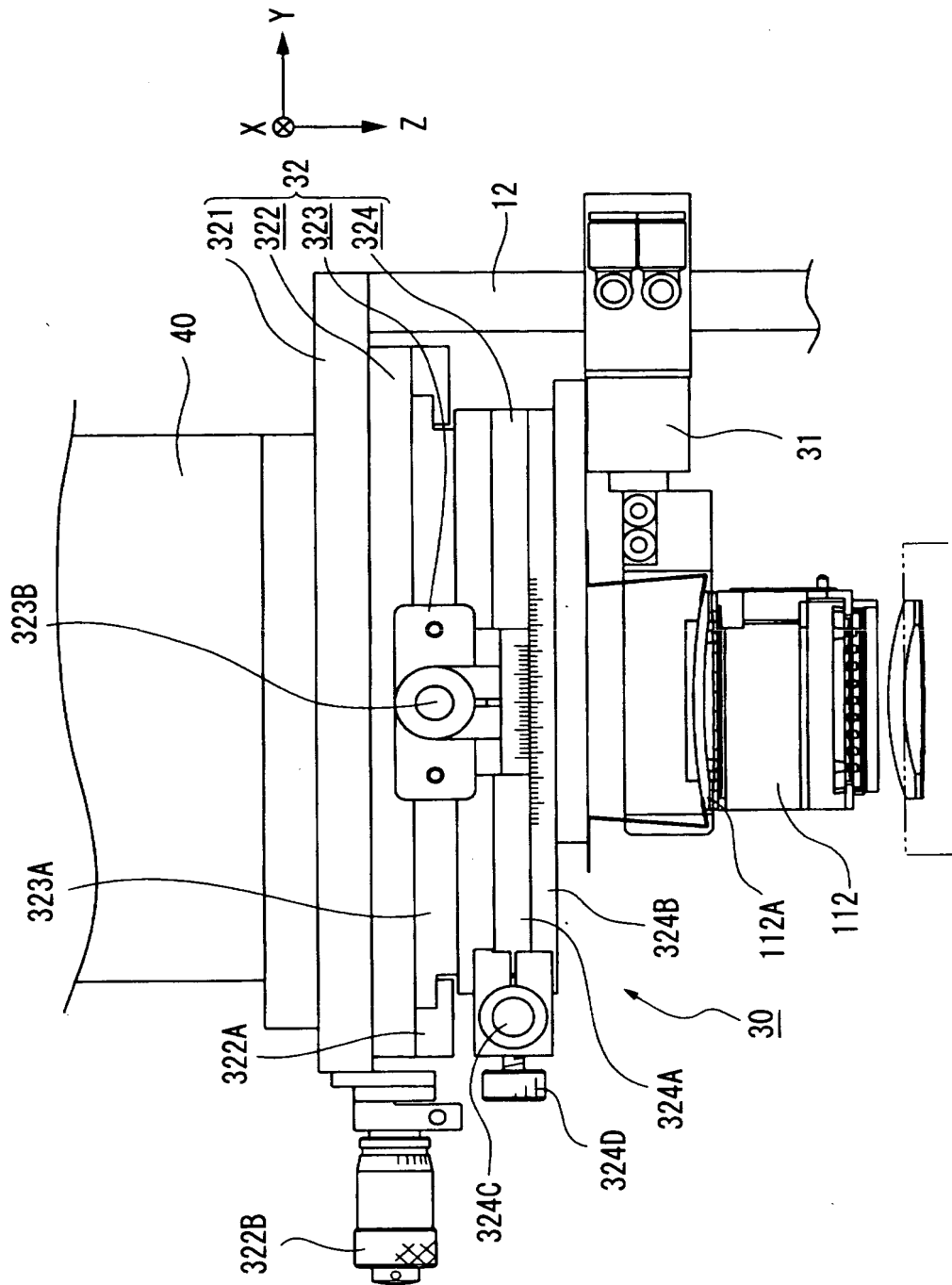
【図 10】



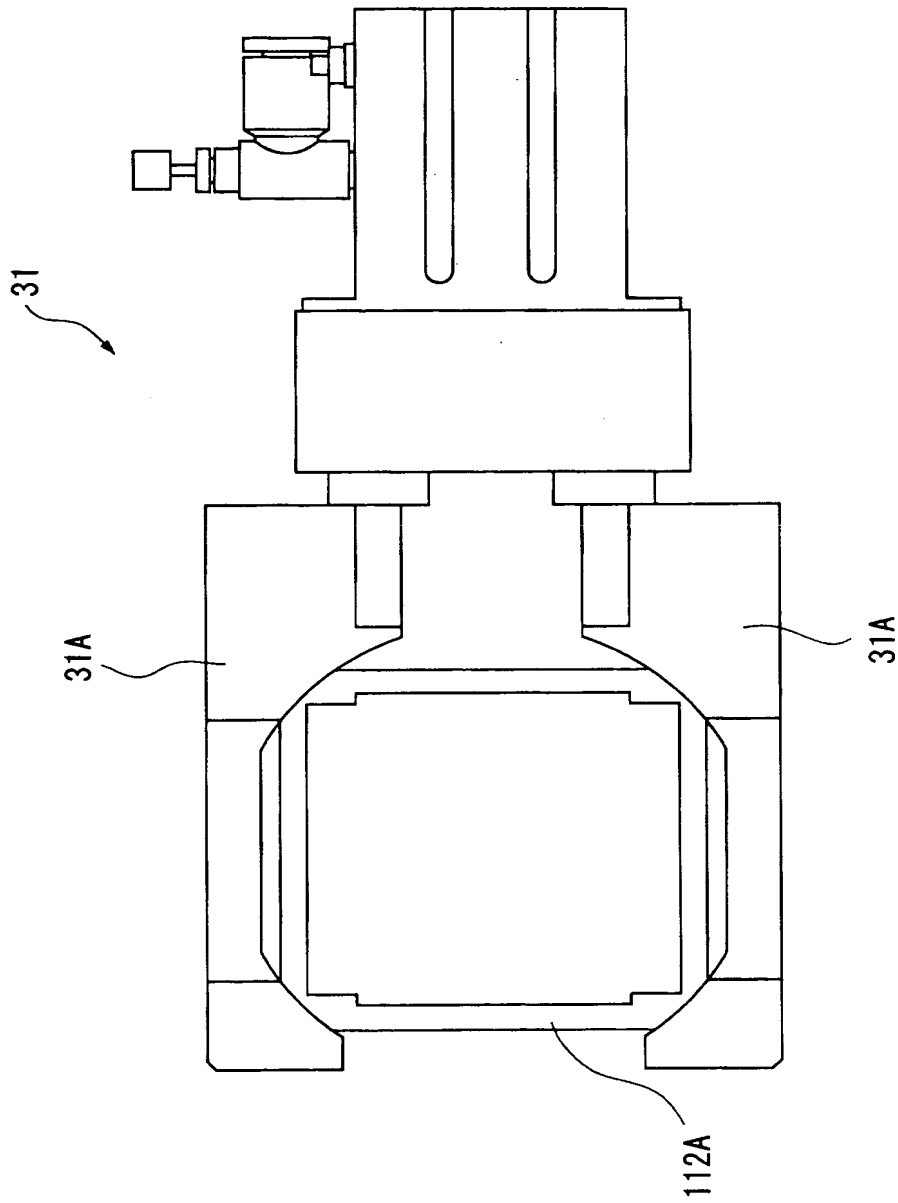
【図 11】



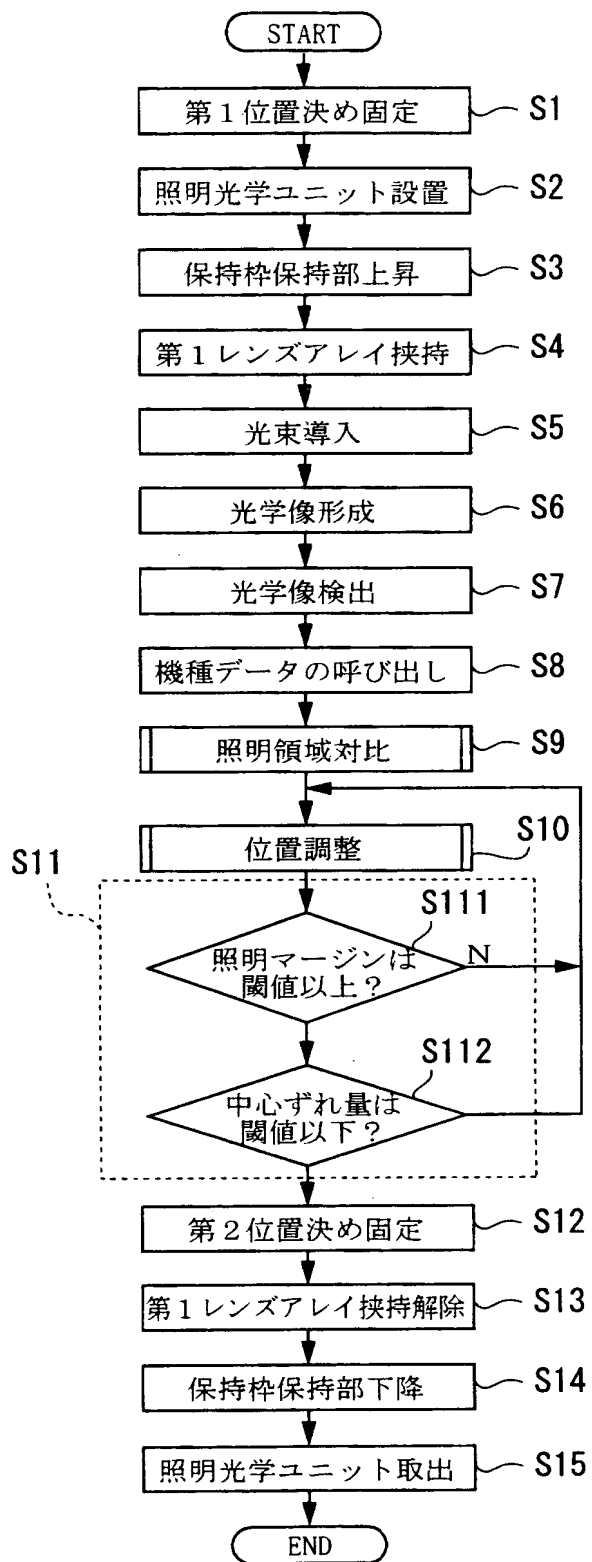
【図 12】



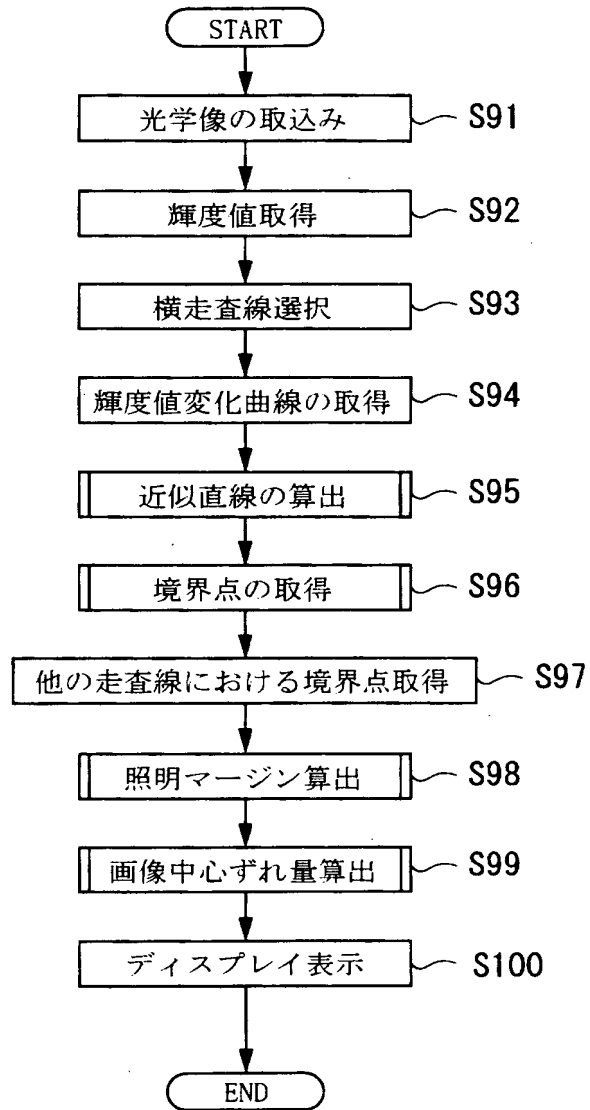
【図 1 3】



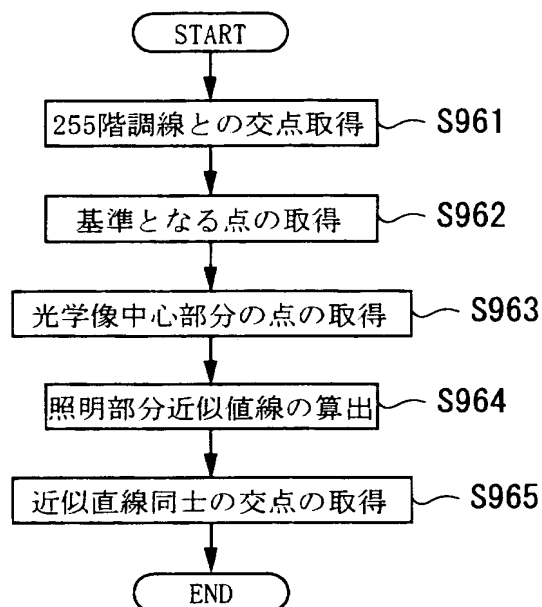
【図 1 4】



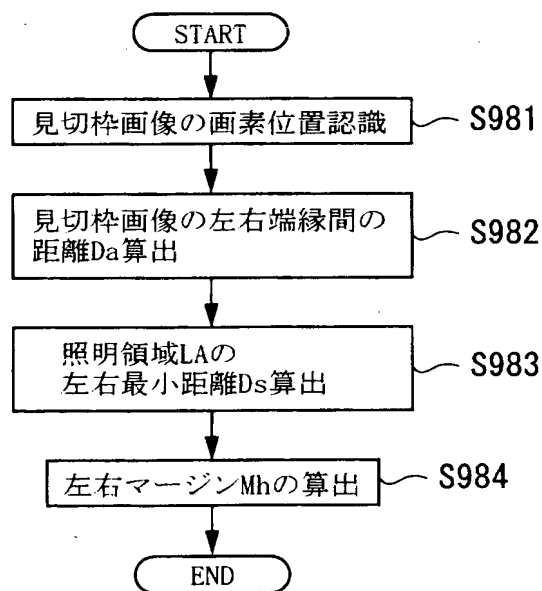
【図 15】



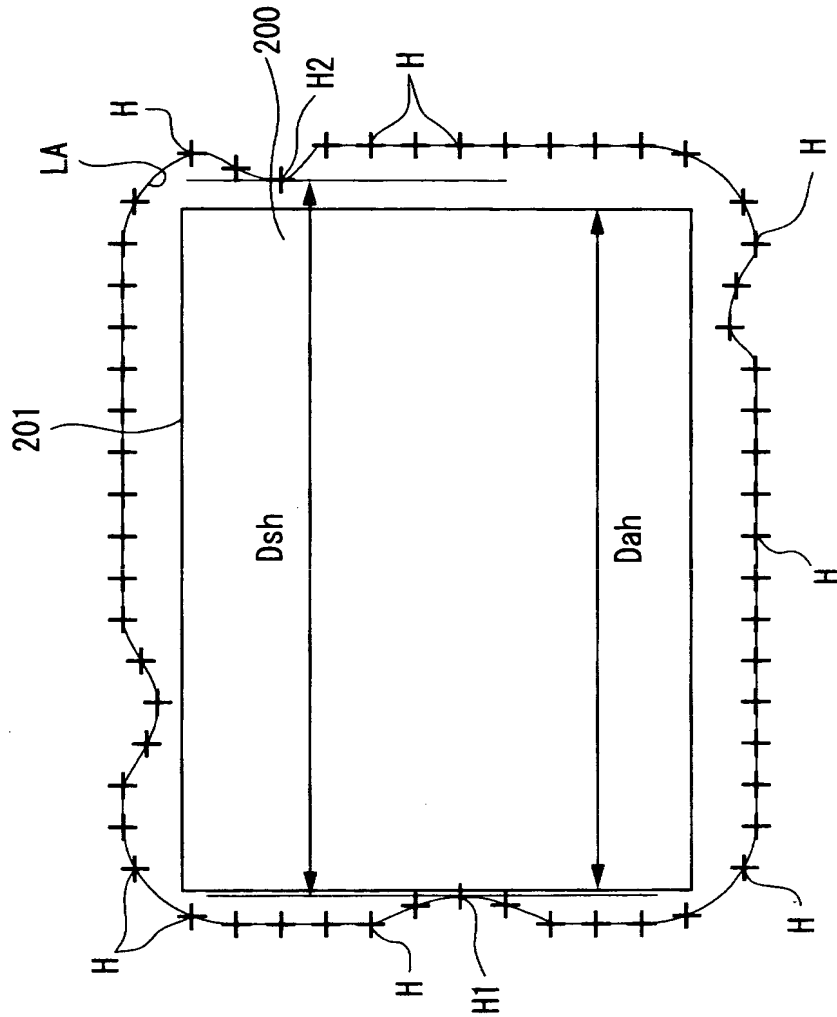
【図 1 8】



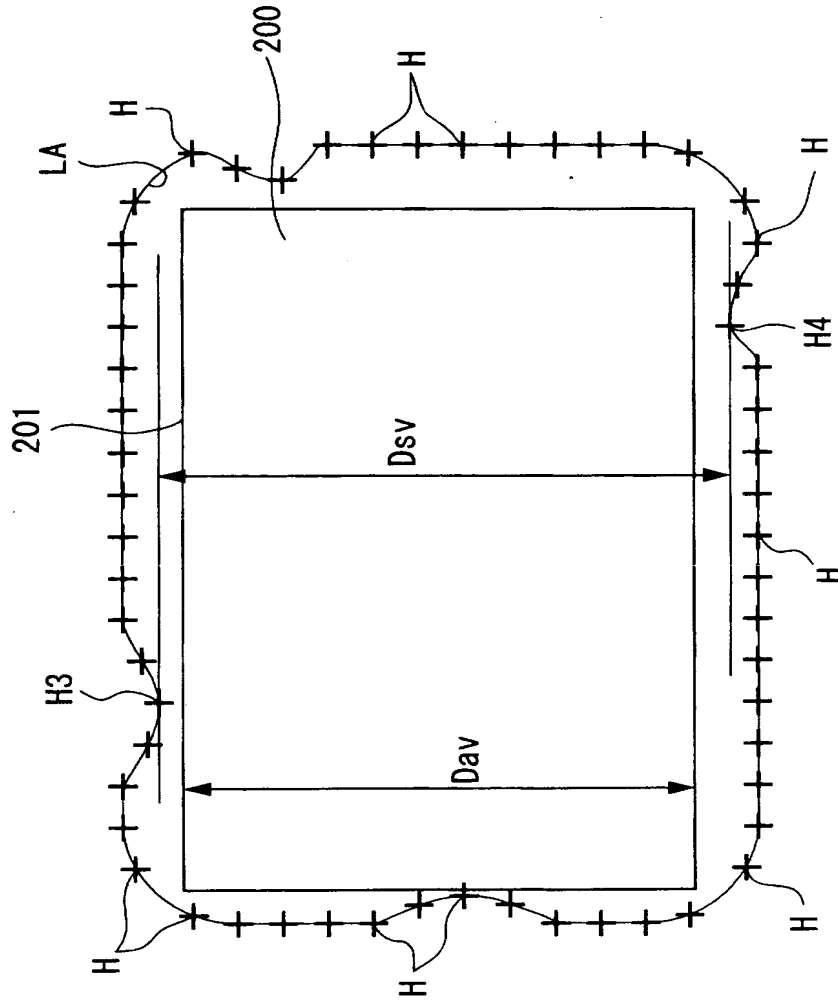
【図 1 9】



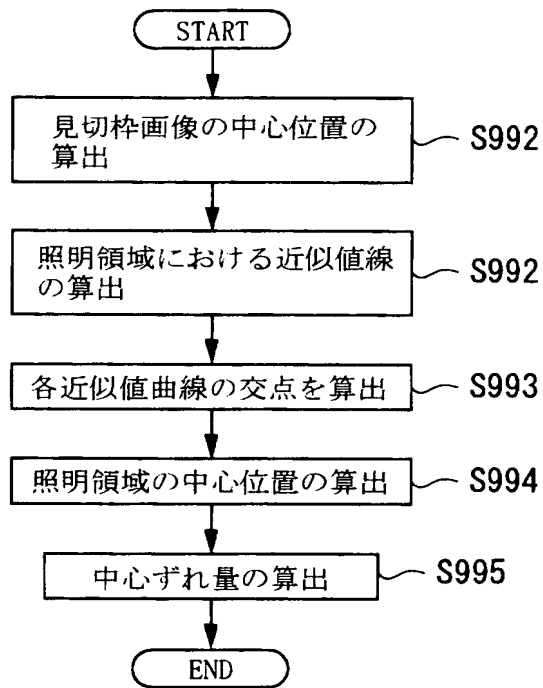
【図 20】



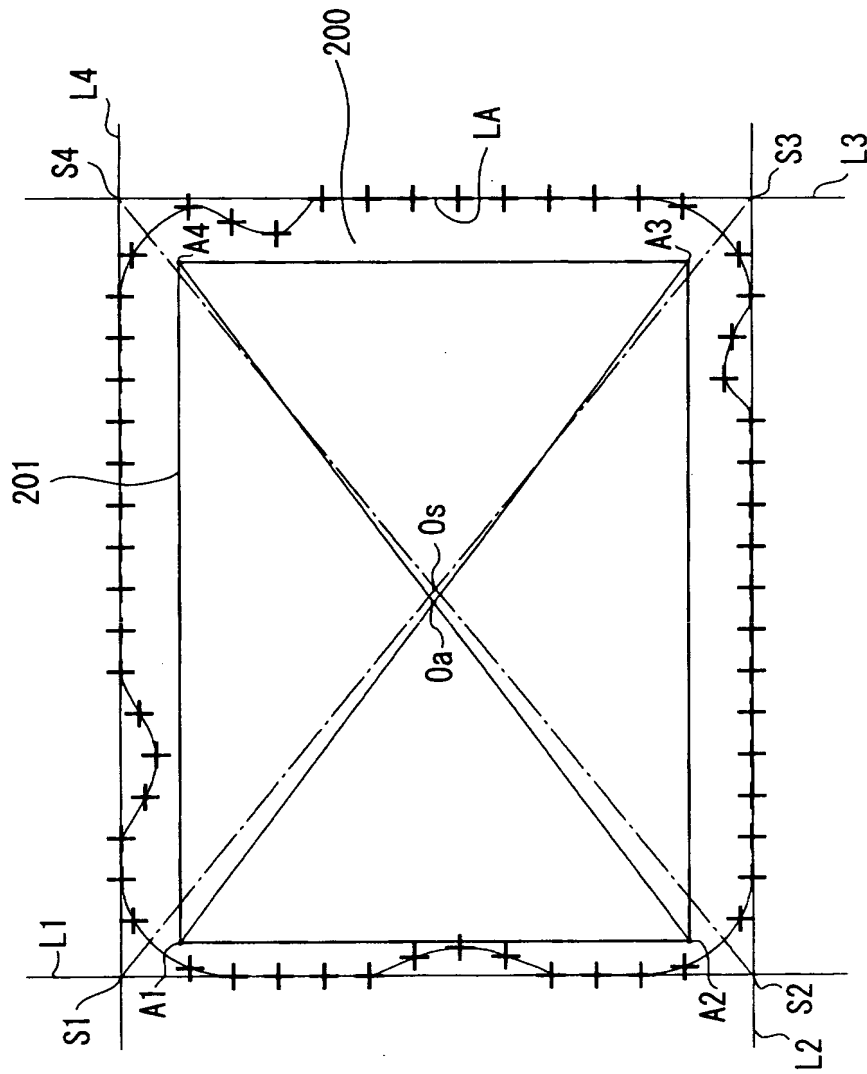
【図 21】



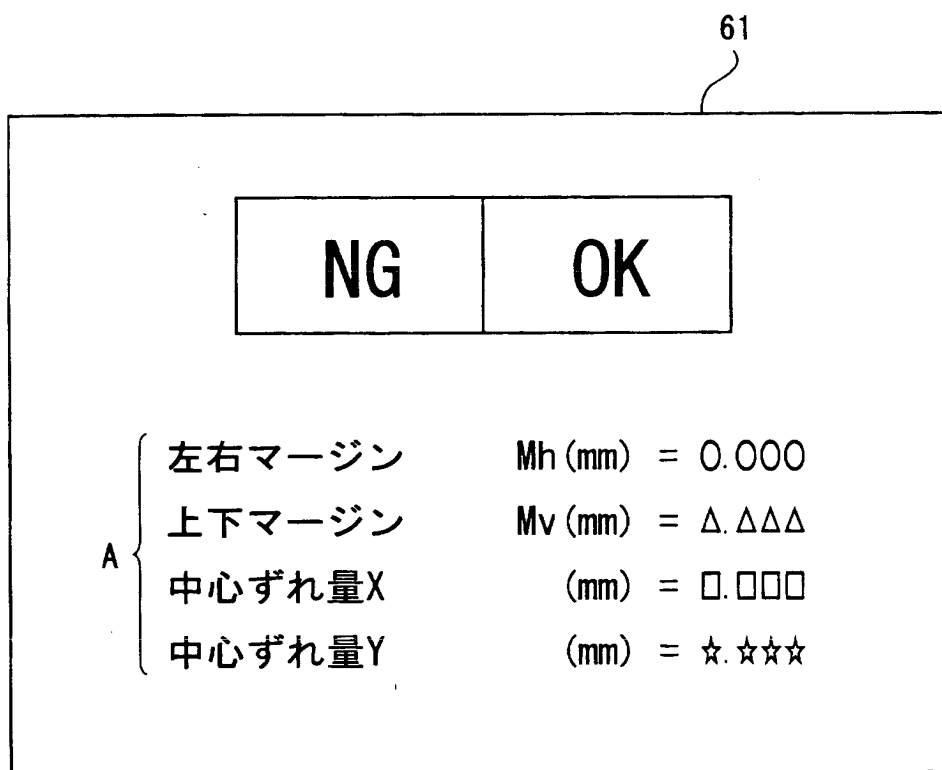
【図 2 2】



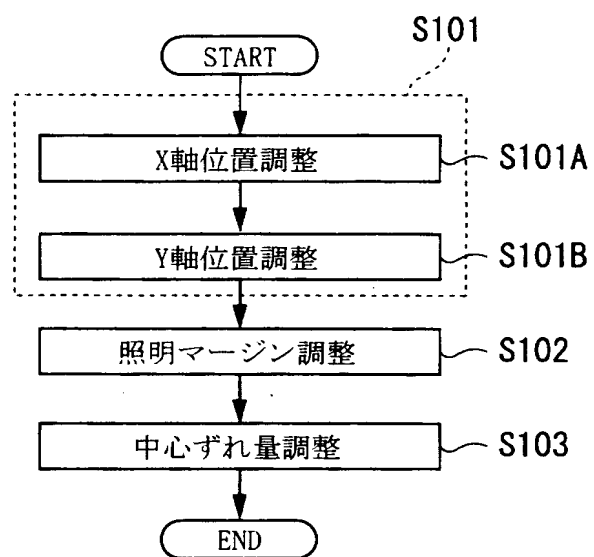
【図 23】



【図 2 4】



【図 2 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光束分割素子、集光素子、および、偏光変換素子を一体化した照明光学ユニットを高精度かつ効率的に製造できる照明光学ユニットの製造方法を提供する。

【解決手段】 第 1 位置決め工程 S 1 は、集光素子および偏光変換素子を位置決め固定する。光束導入工程 S 5 は、光束分割素子、集光素子、および、偏光変換素子に光束を導入する。光学像形成工程 S 6 は、これらの素子を介した光学像を検出する。照明領域対比工程 S 9 は、検出された光学像に画像処理を施し、光学像による照明領域および設計上の照明領域を対比する。光束分割素子位置調整工程 S 1 0 は、光束分割素子の位置調整を実施する。最適状態判定工程 S 1 1 は、対比結果に基づいて、設計上の照明領域に対する光学像の照明領域の最適状態を判定する。第 2 位置決め工程 S 1 2 は、集光素子および偏光変換素子に対して光束分割素子を位置決め固定する。

【選択図】 図 1 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日	1990年 8月20日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
氏 名	セイコーエプソン株式会社